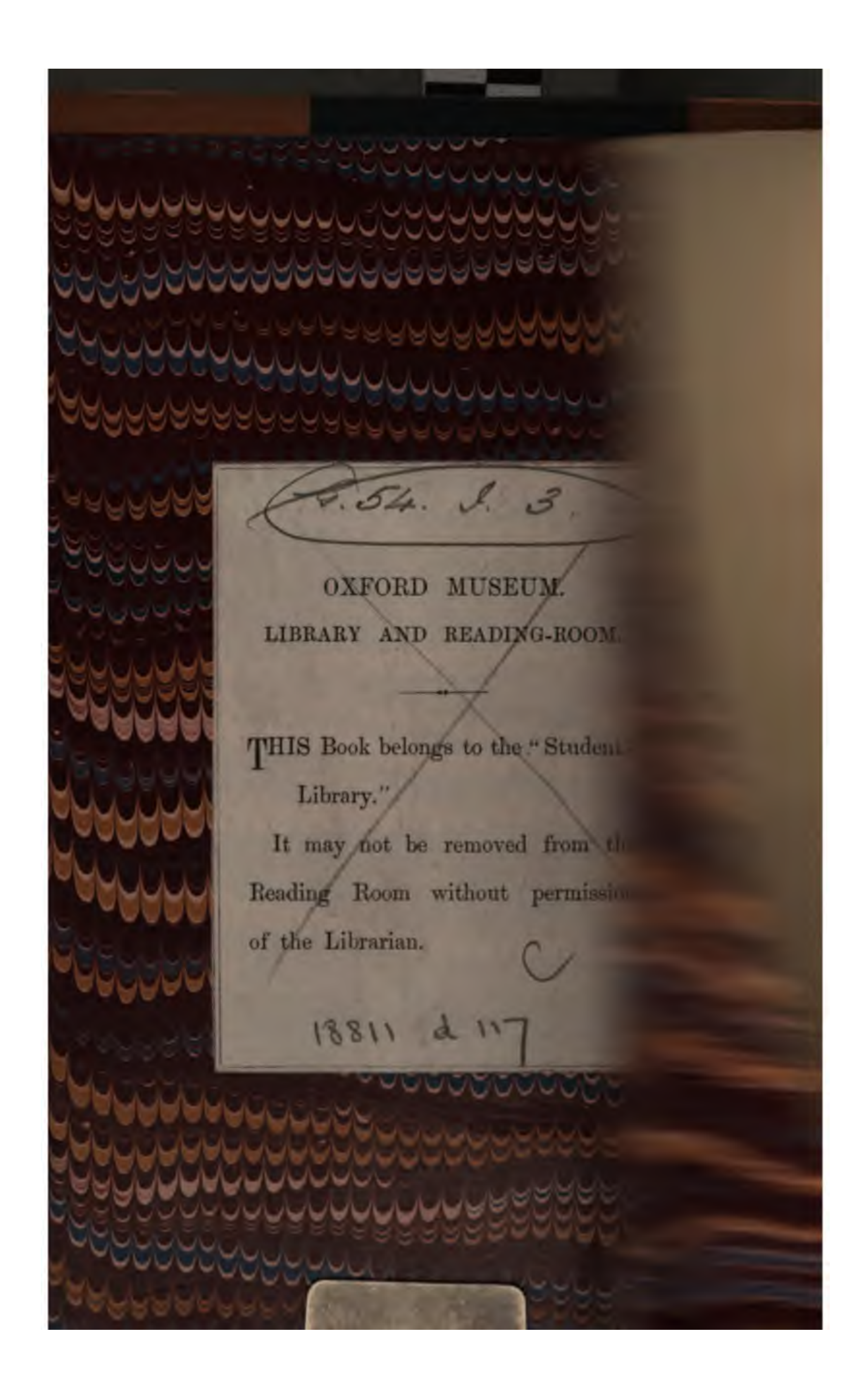
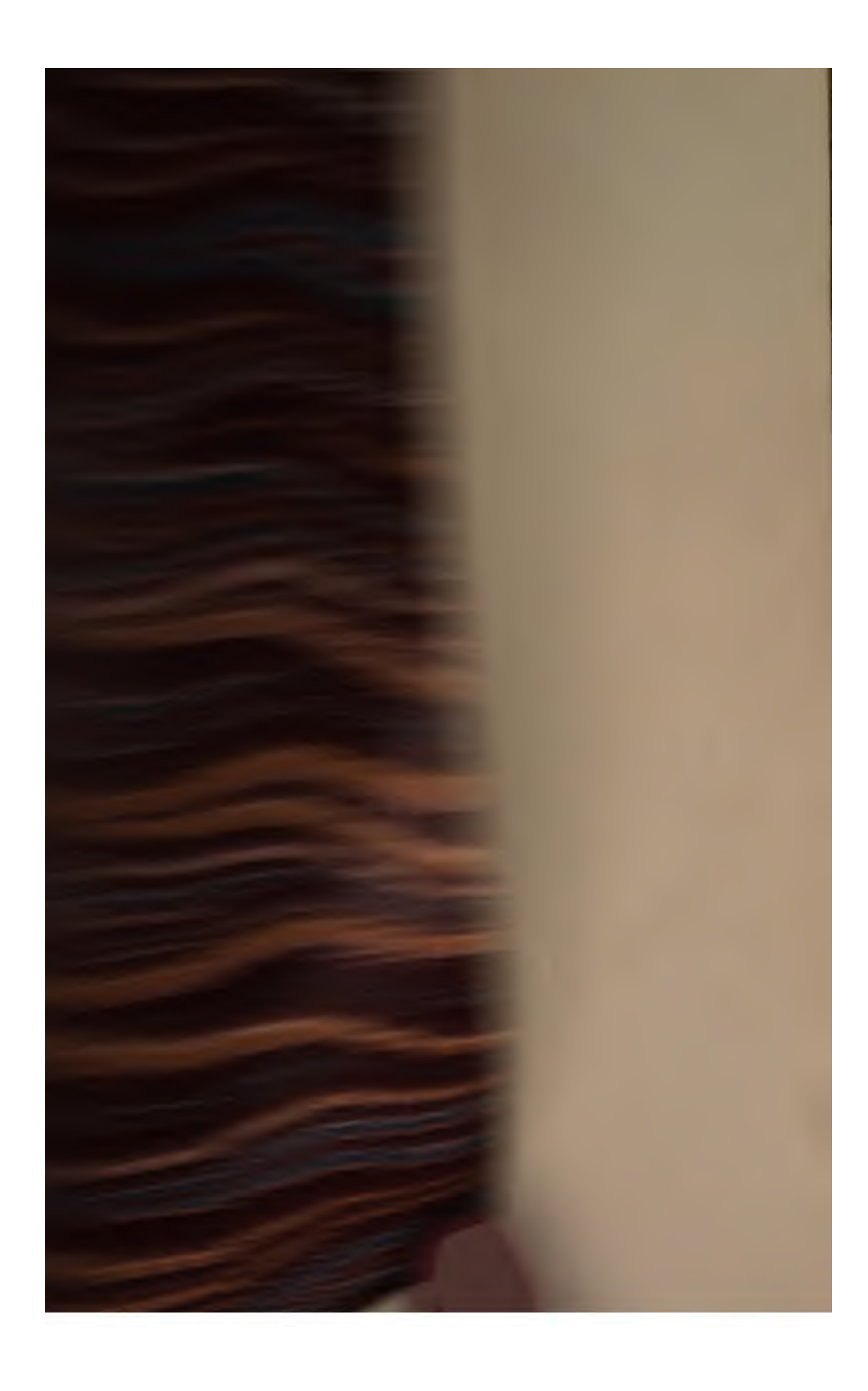


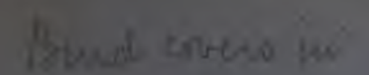


OXFORD MUSEUM.
LIBRARY AND READING-ROOM.
THIS Book belongs to the "Student
Library."
It may not be removed from th
Reading Room without permissio
of the Librarian.




600019765Y





# LEHRBUCH

DER

# GEOGNOSIE

VON

**DR. CARL FRIEDRICH NAUMANN.**

**Dritter Band.**

Erste Lieferung.

(Bogen 1—12.)




**Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.**

Geology A

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1866.

Die [illegible] des dritten Bandes, von welchem hiermit die erste Lieferung erscheint, ist durch längeres Unwohlsein und durch anderweite dringende Geschäfte des Verfassers verzögert worden; die zweite Lieferung wird möglichst bald folgen, und mit der dritten Lieferung das ganze Werk geschlossen werden.





# Vierzehnter Abschnitt.

## Tertiäre Formationen.

### Einleitung.

§. 436. *Allgemeine Verhältnisse der tertiären Formation.*

Während der tertiären Periode befand sich fast die Hälfte des jetzigen Festlandes, abwechselnd bald hier bald dort, im Zustande der Submersion, so dass die Tiefländer und die Bassins, welche sich zwischen seinen Plateaus und Gebirgsketten ausbreiten, theils mit marinen, theils mit limnischen oder auch mit fluviomarinen Sedimenten erfüllt wurden. Daher sind denn auch manche Tertiärformationen auf kleinere Bildungsräume beschränkt, was namentlich von vielen Süsswasserbildungen gilt, denen wir hier weit häufiger begegnen, als im Gebiete der älteren Formationen.

Im Allgemeinen aber lässt sich keineswegs behaupten, dass die Tertiärformationen den Charakter localer und geringfügiger Bildungen tragen, weil sich viele derselben hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und Verbreitung mit den älteren Formationen messen können. Eines der auffallendsten Beispiele liefert uns die Nummulitenformation, welche fast die ganze alte Welt, von der pyrenäischen Halbinsel bis nach Japan, in einem fast ununterbrochenen Zuge durchsetzt, und, bei einer oft gewaltigen Mächtigkeit, zur Bildung der bedeutendsten Gebirgsketten beiträgt.

Uebrigens sind auch die tertiären Formationen oftmals von jenen abyssodynamischen Bewegungen ergriffen worden, durch welche Gebirgsketten erhoben und mächtige Schichtensysteme aufgerichtet, gefaltet oder dislocirt wurden, daher wir denn auch ihre Schichten nicht selten von diesen Dislocationen betroffen sehen, obgleich die in den Tiefländern ausgebreiteten Tertiärbildungen eine ungestörte Schichtung als ihre gewöhnliche Lagerungsweise erkennen lassen.

Ueber die petrographischen und paläontologischen Verhältnisse der Tertiärformationen ist im Allgemeinen etwa Folgendes zu bemerken.

Weiche und lockere, zerreibliche und lose Gesteine erscheinen wohl häufiger in ihrem Gebiete, als in den älteren Formationen; statt Conglomeraten begegnen wir oft lockeren Geröllmassen, statt Sandsteinen losen Sandablagerungen; weiche, plastische Thone spielen eine wichtige Rolle, und

selbst die Kalksteine haben oft eine eigenthümliche, lockere und tufartige Consistenz.

Diese weiche und zerreibliche Beschaffenheit vieler Gesteine war es auch, welche Bronn veranlasste, den in der französischen Schweiz für gewisse tertiäre Sandsteine üblichen Namen Mollasse zur Bezeichnung der ganzen Formationsgruppe zu benutzen, indem er sie mit dem Namen Mollasse-Gebirge belegte.

Aber weit entfernt, dass diese Beschaffenheit eine allgemeine genannt werden könnte, finden wir in manchen Tertiärformationen eben so feste, harte und schwer zerstörbare Gesteine, wie in den primären und secundären Formationen. Die Kalksteine, Sandsteine und Conglomerate der Nummulitenformation, die Nagelfluhen der Alpen, die Quarzite und Kalksteine vieler Süsswasserbassins, und manche andere, weit verbreitete tertiäre Gesteine wetteifern in ihrer Consistenz und Festigkeit mit den gleichnamigen Gesteinen der älteren und ältesten Formationen, und übertreffen oftmals jene weicheren Gesteine in der Häufigkeit oder auch in der Ausdehnung ihres Vorkommens.

Ueberhaupt aber sind es Conglomerate und Sandsteine, Geröll- und Sandmassen, Thone, Schieferthone, Mergel und mancherlei Kalksteine, welche die vorherrschenden Gebirgsglieder der Tertiärformationen zu bilden pflegen. Als mehr untergeordnete, obwohl sehr wichtige Gebirgsglieder erscheinen auch Gyps, Steinsalz, Steinkohlen oder Braunkohlen, Eisenerze und Manganerze.

In paläontologischer Hinsicht werden die Tertiärformationen besonders dadurch charakterisirt, dass die Flora und die Fauna eine immer reichhaltigere und manchfaltigere Entwickelung, eine immer grössere Annäherung an die Formen der Jetztwelt zeigen. Die Anzahl der Species, Geschlechter, Familien, Ordnungen und Classen nimmt fortwährend zu, und viele Species sind als noch gegenwärtig lebende erkannt worden. Dieses Auftreten noch jetzt lebender Species ist als ein vorzüglich wichtiges Moment hervorzuheben, welches sich, wenn auch vielleicht noch zweifelhaft für die ältesten Tertiärformationen, für die neueren Formationen in fortwährend gesteigertem Maasse geltend macht, während die Zahl der ausgestorbenen Species mehr und mehr im Abnehmen begriffen ist. Dabei ist aber der Charakter der Formen noch grossentheils ein solcher, durch welchen die Vermuthung gerechtfertigt wird, dass während der Tertiärperiode auch unter den höheren geographischen Breiten noch ein wärmeres Klima waltete, als gegenwärtig. „Das unmittelbare und allmälige Anschliessen der damaligen Lebenswelt an die jetzige durch eine immer grössere Anzahl ähnlicher und endlich identischer Sippen und Arten, die allgemeine Verbreitung der Säugethiere, Vögel, Batrachier und Knochenfische, das Auftreten der Süsswasserfische und Binnen-Conchylien, die grosse Anzahl der Polygastrica, das allgemeine Auftreten kronenblüthiger Pflanzen und besonders der Gamopetalen; diess sind die hauptsächlichen organischen Charaktere der tertiären Periode." Lethäa, 3. Aufl. VI, S. 87.

In der Pflanzenwelt insbesondere vermehren sich die Pandaneen, die Palmen und Coniferen, während die Cycadeen zurücktreten; besonders aber sind es

die angiospermen Dikotyledonen, welche von nun an in immer grösserer Menge und Vielartigkeit erscheinen. Im Thierreiche tritt diese Vervielfältigung der Formen noch weit auffallender hervor, da man bereits an 7000 Species von Thieren aus den verschiedenen Tertiärbildungen kennen gelernt hat. Die in der Kreideformation noch so zahlreichen Amorphozoën vermindern sich zwar auffallend; allein die Diatomeen und Foraminiferen nehmen bedeutend zu; ja, die letzteren haben in den Nummuliten eine solche massenhafte Entwickelung gefunden, dass man darüber erstaunen muss, welchen wesentlichen Antheil die Ueberreste dieser Thiere an der Bildung der äusseren Erdkruste genommen haben. Auch Korallen und Bryozoën stellen sich noch zahlreich ein. Unter den Echinodermen sind die Krinoiden fast gänzlich verschwunden, während die Echiniden in grosser Menge vorkommen. Unter den Mollusken sind die Rudisten mit der Kreideformation ausgestorben, die Brachiopoden auf sehr wenige Species reducirt, während die Conchiferen und Gatropoden eine vorherrschende Rolle in den Tertiärformationen spielen, welchen auch die meisten fossilen Land- und Süsswasser-Mollusken angehören; von den Cephalopoden sind die Belemniten und Ammoneen gänzlich verschwunden. Aus der Abtheilung der Gliederthiere erscheinen viele Serpula-Arten; die Balaniden beginnen; die kurzschwänzigen Dekapoden werden zahlreicher, die Arachniden und Insekten nehmen immer mehr überhand. — Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so gehören unter den Fischen die Rajiden vorzugsweise, die Squaliden grossentheils der tertiären und der gegenwärtigen Periode an; dasselbe gilt ganz besonders von den Knochenfischen, während die Chimäriden und Ganoiden selten sind. Unter den Reptilien bilden die Batrachier und Ophidier eine fast ganz neue Erscheinung, während die Saurier auf sehr wenige Formen reducirt sind. Vögel und Säugethiere endlich gehören, mit sehr wenigen Ausnahmen, lediglich der tertiären, der quartären und der gegenwärtigen Periode an.

Wie sich schon bei der Kreideformation mehr als bei älteren Formationen eine durch die klimatischen und geographischen Verhältnisse ihrer verschiedenen Bildungsräume bedingte Verschiedenheit zu erkennen gab, so offenbart sich eine solche Verschiedenheit in einem noch weit höheren Grade bei den tertiären Formationen, weshalb denn auch die Ermittelung des Synchronismus ihrer verschiedenen Schichtensysteme mit noch grösseren Schwierigkeiten verbunden ist, zumal wenn es sich um die Vergleichung weit aus einander liegender Bassins handelt. Nur da, wo ziemlich innerhalb eines und desselben Bildungsraumes die Reihe der Tertiärformationen vollständig zur Entwickelung gelangt ist, wie solches in Belgien der Fall zu sein scheint, nur da wird es möglich sein, für diesen und die zunächst gelegenen Bildungsräume die Reihenfolge der einzelnen Schichtensysteme und damit eine allgemeine Gliederung der Tertiärformation festzustellen. Es würde aber gewiss ein vergebliches Bestreben sein, das für eine Region aufgefundene Gliederungsschema mit strenger Consequenz auf andere, weit entlegene Regionen anzuwenden, weil die klimatischen und geographischen Verschiedenheiten der Bildungsräume den Entwickelungsgang der neueren und neuesten Tertiärbildungen immer mehr modificirt haben, so dass selbst die gleichzeitigen Bildungen in ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften immer weiter aus einander treten, je jünger sie sind, und je grösser ihre gegenseitige Entfernung ist.

Hiernach scheint es denn rathsam, auf eine sehr specielle Eintheilung und Parallelisirung der Tertiärformationen überhaupt zu verzichten, zumal in einem

Lehrbuche, wo es doch nur auf eine allgemeine Betrachtung derselben abgesehen sein kann. Bei aller Anerkennung des Werthes, welchen die oft sehr vielgliederigen Eintheilungen für einzelne Bassins haben, glauben wir uns daher an gegenwärtigem Orte nur auf die allgemeinere Eintheilung der tertiären Formationen beschränken zu müssen.

## §. 437. *Allgemeine Eintheilung der Tertiärformationen.*

Wie die Tertiärformationen überhaupt gegen die älteren Formationen besonders dadurch ausgezeichnet sind, dass sich unter ihren organischen Ueberresten, und namentlich unter ihren Conchylien, theils ausgestorbene theils solche Species befinden, welche noch in der Jetztwelt lebend angetroffen werden, so ist auch eine allgemeine Eintheilung derselben auf das Verhältniss der ausgestorbenen und der noch jetzt lebenden Species gegründet worden.

Eine Vergleichung der verschiedenen Tertiärbildungen liess nämlich zu der Erkenntniss gelangen, dass die Zahl der vorweltlichen Species fortwährend im Abnehmen, die Zahl der jetztweltlichen Species dagegen fortwährend im Zunehmen begriffen ist, je weiter man aus dem Gebiete der älteren in jenes der neueren Tertiärbildungen aufwärts steigt: woraus sich denn das dem ganzen Entwickelungsgange der Natur vollkommen entsprechende Resultat ergab, dass in demselben Maasse, in welchem die Fauna und Flora der Vorwelt allmälig zurücktraten, die Fauna und Flora der Jetztwelt immer mehr das Uebergewicht erhielten. Diese vergleichenden Untersuchungen sind nun im Thierreiche besonders für die fossilen Conchylien durchgeführt worden, weil sie sich als die Ueberreste der am häufigsten vorkommenden, der am weitesten verbreiteten und der am längsten ausdauernden Organismen zu solchen Vergleichungen weit mehr eignen, als die Ueberreste von anderen Thierclassen oder auch von Pflanzen.

Der berühmte französische Conchyliolog Deshayes hat auf diese Weise an 3000 fossile Species verschiedener Tertiärformationen mit 5000 lebenden Species verglichen, um für diese Formationen das Verhältniss der vorweltlichen und jetztweltlichen Species zu ermitteln, und so gelangte er im Jahre 1830 zu dem Resultate, dass, wenn man, freilich ohne Berücksichtigung des gewiss sehr beachtenswerthen Verhältnisses der grösseren oder geringeren Frequenz ihrer Individuen, die Gesammtzahl der in jeder Formation bekannten Species in die beiden Zahlen der ausgestorbenen und der jetzt lebenden Species zerfällt, die letztere Zahl einen immer grösseren Werth erhält, je neuer die Formation ist. Indem er nun diese Zahlen für die drei schon früher unterschiedenen Abtheilungen der unteren, der mittleren und der oberen Tertiärformationen zu bestimmen versuchte, und dabei die Anzahl der lebenden Species in Procenten der Gesammtzahl ausdrückte, fand er, dass in den unteren Tertiärbildungen (von Paris und London) etwa 3, in den mittleren (von Bordeaux, Turin, Wien) etwa 19, und in den oberen, subapenninischen Tertiärschichten etwa 52 Procent der vorhandenen Conchylien auf noch gegenwärtig lebende Species zu beziehen sind*).

*) *Bull. de la soc. géol. I, 1830, p. 185 f.*

Lyell brachte eine auf diese Verhältnisse gegründete Nomenclatur in Vorschlag, durch welche der Eintheilung in untere, mittlere und obere Tertiärformationen ein bestimmterer Ausdruck und eine paläontologische Bedeutung verschafft werden sollte. Die von ihm vorgeschlagenen und bereits oben (B. II, S. 48) erläuterten Namen eocän, miocän und pliocän*) haben auch ganz allgemeinen Eingang gefunden; nur darf man wohl gegenwärtig die Bedeutung dieser Namen nicht zu speciell auf die damals von Deshayes bestimmten Zahlen beschränken; vielmehr muss diesen Verhältnisszahlen ein grösserer Spielraum zugestanden werden, wenn sie einer naturgemässen Eintheilung entsprechen sollen. Auch ist diess schon von Lyell geschehen, indem er die sicilianische und einige andere Tertiärbildungen, wegen der noch weit grösseren Quote lebender Species, als neuere pliocäne Formationen von den übrigen absonderte.

Ueberhaupt möchte wohl, wie schon d'Archiac bemerkte, diese auf das Verhältniss der lebenden und ausgestorbenen Species gegründete Eintheilung der Tertiärformationen nur in sehr allgemeiner Weise geltend zu machen sein, weil die Species an und für sich nicht selten ein unsicherer Begriff ist, weil man doch niemals weder alle Species einer Formation noch alle jetzt lebende Species kennt, und weil viele tertiäre Faunen nur locale sind, und also keine sichere Vergleichung zulassen. *Bull. de la soc. géol. 2. série, II, p.* 485. Karl Mayer aber hebt es hervor, dass, in Folge unserer erweiterten Kenntniss sowohl der verschiedenen tertiären Faunen, als auch der jetzigen Meeresfauna, die Verhältnisszahlen der ausgestorbenen und der noch lebenden Species in der eocänen, miocänen und pliocänen Abtheilung schon ganz andere geworden sind, als sie anfangs von Deshayes bestimmt wurden. Verhandl. der allg. schweizerischen Ges. für die gesammte Naturwiss. bei ihrer Versammlung in Trogen, 1857, S. 167, Anm. Dazu kommt noch, dass die reinen Süsswasserbassins gar nicht mit bei diesen Vergleichungen berücksichtigt werden können. Auch ist es schon deshalb um so nöthiger, jenen Verhältnisszahlen nur einen sehr ungefähren Werth beizulegen, oder sie innerhalb gewisser Gränzen schwankend zu denken, weil bei ihrer Bestimmung der sehr wichtige Unterschied der vorwaltenden und der nur selten vorkommenden Species, also die Frequenz der Individuen, gar nicht berücksichtigt worden zu sein scheint. Mein verehrter Freund Hörnes hat mich auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, und ich glaube seiner Ansicht beistimmen zu müssen, dass die nur als Seltenheiten vorkommenden Species bei derartigen Vergleichungen keine Berücksichtigung erfahren können, weil es ja doch überhaupt weit mehr auf den allgemeinen Charakter der Fauna ankommt, der sich besonders in ihren vorherrschenden Species ausgedrückt findet.

Wenn wir nun aber auf den allgemeinen Charakter der Fauna achten, so finden wir, wie solches schon längst von Bronn und später von Hörnes hervorgehoben worden ist, dass in dieser Hinsicht zwar die eocänen Bildungen

---

*) Wegen der Orthographie dieser Namen ist zu bemerken, dass solche sehr gewöhnlich auch in teutschen Schriften eocen, miocen und pliocen geschrieben werden, was aber nicht richtig ist, weil unsere Sprache den Diphthong ae besitzt, und daher den sehr wesentlichen Unterschied zwischen *καινος* und *κενος* ausdrücken kann. Dass man aber äocän schreiben müsse, weil das Wort angeblich *αιοκαινος* heisse, diess ist eben so falsch, als dass man meocän schreiben müsse, weil man Mejonit und nicht Meionit schreibe; denn Meionit ist die richtige Schreibart, welche allenfalls durch Mionit, aber nie durch Mejonit zu ersetzen wäre.

sehr scharf von den jüngeren Tertiärbildungen getrennt sind, dass dagegen die miocänen und pliocänen Bildungen eine sehr grosse gegenseitige Annäherung zeigen. Dieses sehr auffallende Verhältniss bestimmte Bronn, schon in der ersten Auflage der Lethäa die Tertiärformationen überhaupt nur in eine untere und in eine obere Gruppe zu sondern, womit denn auch der später von Hörnes gemachte Vorschlag ganz übereinstimmt, die miocänen und pliocänen Bildungen unter dem Namen der neogenen Bildungen zu vereinigen, und im Allgemeinen nur eocäne und neogene Tertiärformationen zu unterscheiden.

Da auf das Urtheil so ausgezeichneter Paläontologen gewiss ein grosses Gewicht zu legen ist, so glauben wir unsern Lesern die Begründung desselben etwas ausführlicher vorführen zu müssen.

Der Unterschied der miocänen und pliocänen Bildungen, sagt Bronn, steht offenbar nicht auf derselben Rangstufe, wie der Unterschied zwischen ihnen beiden zugleich und den eocänen Bildungen. Der Charakter der eocänen Flora und Fauna ist in Europa wie in Amerika durchaus verschieden von jenem der mio- und pliocänen Flora und Fauna. Identische Species auf beiden Seiten sind sehr selten, und sogar die Genera der Säugethiere, der Pflanzen u. A. sind grösstentheils andere: dort nur ausgestorbene Arten, hier eine mehr oder weniger erhebliche Quote noch lebender Arten; dort noch grössere Universalität der organischen Charaktere, hier ein allmäliges Anpassen der organischen Formen an das jetzige örtliche Klima. Diese Gränze zwischen beiden Gruppen ist nicht nur in grösseren Umrissen durch die wichtigsten paläontologischen Merkmale festgestellt, sondern auch fast stets scharf geognostisch bestimmt durch eigenthümliche Gesteine, abweichende Lagerung oder bedeutende Lücken in der Reihenfolge der Bildungen.

Die untere (eocäne) Gruppe wird durch die ihr ausschliesslich angehörigen Nummuliten, durch die Anoplotherien, Paläotherien, Lophiodonten und ihre gewöhnlichen Begleiter, durch die bekannten Fucoiden aus dem Geschlechte Chondrites und durch eine auffallende Menge von Proteaceen charakterisirt, wie sie jetzt hauptsächlich in Neuholland und Südafrika vertreten sind. Die obere mio- und pliocäne Gruppe hat unter den Säugethieren die Halianassen, Dinotherien, Mastodonten, Elephanten, Rhinocerote, und eine Baum-Vegetation mit vorherrschenden Amentaceen, Acerineen, Juglandeen, Laurineen und nächstverwandten Familien zu eigen, wie solche jetzt im wärmeren Nordamerika und in den Mittelmeer-Gegenden hauptsächlich vorkommen. Auch die Insekten und Conchylien zeigen einen ähnlichen Gegensatz; sie sind dort von tropischem, hier von kaum subtropischem Charakter, der allmälig in den heutigen übergeht. — Von der eocänen Formation aufwärts bilden daher alle tertiäre Schichten, wenn man so will, nur noch eine Formation, und die Unterscheidung in miocän und pliocän kann nur noch der Bequemlichkeit wegen in gewissen Fällen angewendet werden. Lethäa, 3. Aufl. VI. S. 28 u. 45.

Hörnes hat die Güte gehabt, mir in einem Briefe seine Ansicht folgendermaassen zu motiviren. Er glaube durch seine Untersuchungen zu dem Resultate gelangt zu sein, dass zwischen der Fauna der Eocänperiode und jener der Neogenperiode eine sehr auffallende Verschiedenheit Statt finde, indem die erstere den Charakter einer tropischen, die letztere den einer subtropischen oder einer dem gemässigten Klima angehörigen Fauna hat. Dieses Resultat sei übrigens nicht neu, sondern längst bekannt, und er sei überzeugt, dass sich zwischen diesen beiden Gruppen der Tertiärformationen eine scharfe Gränze werde ziehen lassen. Besteht nun aber sonach ein scharfer Gegensatz zwischen den eocänen und miocänen Bildungen, so gehen wir weiter und fragen, welcher Unterschied zwischen den miocänen und

pliocänen Ablagerungen Statt findet. Da finden wir denn bei genauen Vergleichungen, dass, während bei den eocänen und neogenen Schichten von tausend Species kaum einige wenige übereinstimmen, in den miocänen und pliocänen Schichten die meisten Species dieselben sind. Allerdings giebt sich ein Unterschied der Formen derselben Species in den unteren und oberen Schichten zu erkennen; allein es sind doch immer dieselben Species; wovon man sich sehr gut überzeugen kann, wenn man eine grosse Sammlung zu seiner Disposition hat, um ganze Reihen aus den untersten bis zu den höchsten Schichten zusammenstellen zu können. Uebrigens sei auch dies nichts Neues; denn Bronn habe in der neuen Ausgabe seiner Lethäa häufig auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht. — Dieselben Ansichten hat Hörnes ausführlicher in einem Briefe an Bronn im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 807 f. entwickelt. Noch ganz kürzlich sprach er sich aber folgendermaassen aus: Es handelt sich hierbei nicht darum, die Unterscheidung von miocän und pliocän ganz aufzugeben, sondern es war bei der Aufstellung des Neogens meine Absicht, lediglich die Zusammengehörigkeit der Faunen der einzelnen Etagen besser zu präcisiren. Wir sehen nämlich im Eocänen vor Allem tropische Formen auftreten, welche nach der Oligocänperiode verschwinden. Eben so treten in den unteren Schichten des Neogenen subtropische (Senegal-) Formen auf, die nach und nach gegen oben hin sich mit Mediterranformen mengen, bis sie endlich in den obersten Schichten ganz den Charakter der Mediterranfauna annehmen. Wie das Eocäne die Wiege der tropischen Fauna, so ist das Neogene die Wiege der subtropischen Fauna, die stetig, ohne scharfe Gränzen, zur Mediterranfauna umgewandelt wurde. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 14, 1864, S. 510.

Es muss wohl als eine erfreuliche Bestätigung dieser Ansichten von Bronn und Hörnes gelten, dass sich auch Sismonda ganz in demselben Sinne ausgesprochen hat. Neues Jahrbuch für Min. 1853, S. 332 f.

Nach Hörnes würde man die Tertiärformationen am naturgemässesten etwa auf folgende Weise einzutheilen haben:

A. Eocäne Bildungen.
1. Aeltere Eocänbildungen; Paris, London.
2. Jüngere Eocänbildungen; Jeurre, Etampes, Lesbaritz, Système tongrien und rupélien in Belgien, Westeregeln bei Magdeburg, Lattdorf, Helmstädt, Cassel, Kreuznach u. s. w.

B. Neogene Bildungen.
3. Aeltere Neogenbildungen; Touraine, Bordeaux, Perpignan, Schweizer Mollasse, Wien, Turin, Polen.
4. Jüngere Neogenbildungen; Asti, Castell'arquato, Sicilien, Rhodos u. a.

Diese Eintheilung scheint auch dem Bedürfnisse einer allgemeinen Uebersicht hinreichend zu entsprechen, während allen speciellen Gliederungen, wie sie für einzelne Formationen in diesen oder jenen Ländern aufgestellt worden sind, doch immer nur eben für diese und die zunächst angränzenden Länder eine wesentliche Bedeutung und ein wirkliches Interesse zugestanden werden kann.

Alcide d'Orbigny unterscheidet innerhalb der Tertiärformationen fünf Abtheilungen oder Etagen, welche sich, wenn man die beiden ersteren vereinigt, auf vier reduciren würden, die den vier Abtheilungen von Hörnes ungefähr entsprechen; diese fünf Abtheilungen sind:

1. *Etage suessonien*, begreift wesentlich die Nummulitenformation;
2. ... *parisien*, ältere Eocänbildungen;
3. ... *tongrien*, jüngere Eocänbildungen;
4. ... *falunien*, ältere Neogenbildungen;
5. ... *subapennin*, jüngere Neogenbildungen.

## §. 438. *Fortsetzung.*

Die zu Ende des vorigen Paragraphen stehende viergliederige Eintheilung der Tertiärformationen fand ihre Bestätigung in den Untersuchungen von Beyrich, welcher durch eine genaue Vergleichung der nordteutschen und mittelteutschen Tertiärschichten mit den analogen Bildungen Belgiens und Frankreichs zu der Ansicht gelangte, dass die jüngeren Eocänbildungen sowohl durch ihre organischen Ueberreste, als auch durch ihre Ablagerungsräume von den älteren Eocänbildungen sehr auffallend verschieden sind; weshalb er denn im Jahre 1854 den Vorschlag machte, sie unter dem Namen der oligocänen Formationen zu trennen. Dieser Vorschlag fand auch ziemlich allgemeinen Beifall. Da sich nun Hörnes noch neuerdings dahin erklärt hat, dass er durch den Collectiv-Namen neogen nur auf die scharfe Gränze zwischen den eocänen und den neueren Tertiärbildungen hinweisen wollte, ohne deshalb die Möglichkeit einer weiteren Eintheilung dieser beiden Haupt-Etagen in Abrede zu stellen, so lässt sich die viergliederige Eintheilung der Tertiärformationen auch in folgender Weise darstellig machen:

A. Paläogene Tertiärbildungen.
   1. Eocäne Formationen.
   2. Oligocäne Formationen.
B. Neogene Tertiärbildungen.
   3. Miocäne Formationen.
   4. Pliocäne Formationen.

Wenn wir nämlich die Worte eocän und oligocän zur Bezeichnung zweier gleichwerthiger Abtheilungen benutzen wollen, so kann das erstere Wort nicht füglich als Collectiv-Name für beide Abtheilungen zugleich gebraucht werden; weshalb ich mir erlaubt habe, einstweilen das Wort paläogen als Collectiv-Namen hinzustellen. Das vorstehende Schema aber wollen wir bei unseren folgenden Betrachtungen so weit als möglich zu Grunde legen.

Nachdem Beyrich zuerst in den Monatsberichten der Berliner Akademie vom Jahre 1854, S. 664 den Namen oligocän vorgeschlagen hatte, gab er in denselben Berichten vom Jahre 1858, S. 51 ff. eine wichtige Abhandlung über die Abgränzung der oliogocänen Periode, aus welcher wir zunächst Folgendes entlehnen. Die oligocäne Periode wird in Frankreich ganz besonders durch den Sandstein von Fontainebleau repräsentirt, welchen schon Elie de Beaumont und d'Archiac aus der eocänen in die miocäne Periode versetzt hatten, obleich aus ihm erst in neuerer Zeit zahlreichere organische Ueberreste als Beweise seiner Selbständigkeit erlangt worden sind. Lyell's Abhandlung über die Tertiärbildungen Belgiens, sowie Fridolin Sandbergers Bearbeitung des Mainzer Beckens erweiterten unsere Kenntniss von Parallelbildungen jenes Sandsteins von Fontainebleau. Für die nordteutschen Tertiärbildungen aber erlangte die Entdeckung des marinen Thons von Hermsdorf

bei Berlin eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit, dessen Fossilien ihn als ein Aequivalent des Thons von Boom und Baesele in Belgien, somit auch als ein theilweises Aequivalent des Sandes von Fontainebleau erkennen liessen; diese Wichtigkeit steigerte sich, als derselbe Thon bei Cassel in Hessen über den Schichten der dortigen Braunkohlenformation nachgewiesen wurde. Durch diese und andere Nachweise wurden die beiden Thatsachen festgestellt:

1. dass der Sand und der Sandstein von Fontainebleau, sammt ihren Aequivalenten, einen sehr bestimmten Abschnitt in der Reihe der Tertiärformationen bezeichnen; und
2. dass diese Bildungen auch ihre besonderen Verbreitungsgebiete haben, welche eben so verschieden von jenen der älteren wie der jüngeren Tertiärbildungen sind.

Diese beiden Thatsachen gewähren der Aufstellung einer oligocänen Periode ganz vorzügliche Stützpuncte. Während aber der Sandstein von Fontainebleau die Mitte dieser Periode repräsentirt, so stellt Beyrich die unter ihm liegende Süsswasserbildung an den Anfang, und die über ihm folgende Süsswasserbildung an das Ende derselben.

Uebrigens ist die Zweckmässigkeit einer viergliederigen Eintheilung der Tertiärformationen bald nach Beyrich auch von anderen bedeutenden Auctoritäten anerkannt worden. So hat Hébert aus der verschiedenen Abgränzung des Meeres zur Zeit des Grobkalkes und des Sandsteins von Fontainebleau gefolgert, dass dieser nicht mehr als eocän gelten, und dass man auch vielleicht so verfahren könne, die Tertiärformationen in vier, statt in drei grosse Gruppen zu sondern. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, *p.* 771. Noch bestimmter sprach sich Deshayes aus, indem er unterhalb des Pariser Gypses eine scharfe Gränzlinie anerkannte, und durch eine Vergleichung der Conchylien des Sandsteins von Fontainebleau mit denen des Grobkalkes zu der Folgerung gelangte, dass es wohl am zweckmässigsten sein möchte, jenen Sandstein, sammt den unter uud über ihm liegenden Süsswasserbildungen als eine selbständige Gruppe der Tertiärbildungen einzuführen, welche sich von den eocänen eben so wie von den miocänen Bildungen unterscheidet. *Desc. des animaux sans vertèbres, découverts dans le bassin de Paris, tome I.* 1860, *p.* 17.

Gegenwärtig haben sich schon viele Geologen der obigen neueren Eintheilung der Tertiärformationen angeschlossen; doch sind auch andere, weit speciellere Eintheilungen in Vorschlag gebracht worden. Eines der bedeutendsten Unternehmen der Art ist unstreitig dasjenige, welches der ausgezeichnete Paläontolog Karl Mayer, in seinem Versuche einer neuen Klassifikation der Tertiärgebilde Europas, im Jahre 1857 veröffentlicht hat*), mit welchem wir doch unsere Leser bekannt machen müssen, weil die von ihm vorgeschlagene Gliederung bereits von Manchen adoptirt worden ist, und nicht selten bei der Vergleichung verschiedener Tertiärbildungen berücksichtigt wird.

Nach einer historischen Einleitung über die allmälige Ausbildung unserer Kenntniss der Tertiärformationen und über die verschiedenen Versuche ihrer Eintheilung, erklärt er es für das zweckmässigste Verfahren, die Classification von Deshayes und die Nomenclatur von Lyell gänzlich aufzugeben, und an ihrer Stelle eine Eintheilung in bestimmte Stufen oder Etagen treten zu lassen.

---

* Verhandl. der allg. schweizerischen Ges. für die gesammte Naturw. bei ihrer Versamml. in Trogen; 1857. S. 165 ff. Durch die Güte des Verfassers ist mir ein Exemplar der 2. Auflage seines *tableau synchronistique*, vom Jahre 1865, zugekommen, welches hier berücksichtigt worden ist.

Es sei vollkommen ausreichend und ganz naturgemäss, nur zwei grosse Haupt-Abtheilungen zu machen, von denen sich die untere durch den Mangel oder die grosse Seltenheit, die obere dagegen durch die Häufigkeit noch lebender Species von Fossilien auszeichnet. Jede dieser Abtheilungen zerfällt wiederum in sechs Stufen, als Resultate bedeutender Veränderungen in der Verbreitung und Configuration des Meeres. Diese Stufen sind nach ihrer Bedeutung gleichwerthig mit den verschiedenen Etagen der Kreide- oder Juraformation, obwohl paläontologisch nicht so scharf getrennt, was aber durch die Menge und die gute Erhaltung der Fossilien aufgewogen wird. Dennoch giebt es in jeder Stufe eine kleine Anzahl von Species, welche durch ihre grosse Häufigkeit und allgemeine Verbreitung für sie charakteristisch sind, wenn sie auch vereinzelt noch höher aufwärts und tiefer abwärts vorkommen. Zur Benennung dieser Stufen hat Mayer theils ältere Namen benutzt, theils neuere Namen in Vorschlag gebracht.

Aus den Thatsachen: 1. dass die Temperatur und die Fauna der Nordsee und des Mittelmeeres von einander verschieden sind; 2. dass die Temperatur Europas während der Tertiärzeit von einer subtropischen bis zur jetzigen gesunken ist; 3. dass die Tertiärgebilde Europas zwei verschiedenen, niemals direct verbundenen Meeren angehören, und 4. dass die zugleich lebend und fossil vorkommenden Meeresthiere heutzutage ihren Sitz entweder unter gleichen Breiten wie früher, oder unter südlicheren Breiten haben; — aus diesen Thatsachen hatte Mayer bereits im Jahre 1852 gefolgert, dass schon in der Tertiärzeit die länger dauernden Arten von Norden nach Süden sich verbreiten und zuletzt auswandern mussten; woraus sich denn ferner ergiebt, dass eine, der südlichen Region angehörige Stufe Arten enthalten kann, welche in der gleichalten Stufe der nördlichen Region nicht, wohl aber in der vorhergehenden Stufe vorkommen. Daher unterscheidet denn auch Mayer bei jeder Stufe die Bildungen der Nordzone und der Südzone; die Uebersicht seiner Stufen aber stellt sich folgendermaassen heraus.

### A. Untere Tertiärgebilde.

1. Soisson-Stufe, oder *Etage soissonien*. Die Nordseebildungen dieser Stufe haben Prestwich, Hébert, Lyell u. A. beschrieben; hierher gehört in England Alles, was unter dem Londonthon liegt, in Frankreich Alles bis hinauf zu den Schichten mit *Ostrea bellovacina*, diese mit eingerechnet; aus der Südzone sind nur wenige Bildungen bekannt, wie z. B. die Mergel mit *Terebratulina tenuistriata*, südlich von der Mühle Sopite bei Biarritz.

2. London-Stufe, oder *Etage londonien*. Die Nordseebildungen dieser Stufe sind gut bestimmt, und besonders ausgezeichnet durch *Nummulites planulata*; die Südzone begreift die Sandkalke mit vielen Korallen und *Echinanthus Sopiteanus* bei Biarritz, sowie einen Theil der Nummulitenschichten der Départements der Aude und der oberen Garonne.

3. Pariser Stufe, oder *Etage parisien*. Sie wird in der Nordzone durch den Pariser Grobkalk, in der Südzone durch die Haupt-Nummulitenbildung der Alpen, der Krimm und vielleicht auch Spaniens repräsentirt.

4. Barton-Stufe, oder *Etage bartonien*. Zu ihr gehören in der Nordzone der Sand von Beauchamp und der Bartonthon; in der Südzone die oberen Nummulitenlager von Biarritz, von Nizza und der Ralligstöcke bei Thun, vielleicht auch jene der Corbières.

5. Ligurische Stufe, oder *Etage ligurien*. Sie begreift in der Nordzone die Süsswasserbildungen mit Paläotherien und Anoplotherien, sowie die Sandablagerungen von Egeln, Biere und Aschersleben bei Magdeburg: in der Südzone die Flyschbildung.

6. Tongrische Stufe, oder *Etage tongrien*. Sie ist eine der lehrreichsten Stufen, weil sie, deutlicher als jede andere, zwei petrographisch und paläontologisch

verschiedene, auf grosse Distanzen hin constante Facies erkennen lässt; in der Nordzone wird sie durch den Sand von Fontainebleau und Etampes, durch den Sand von Weinheim, den Septarienthon von Hermsdorf u. s. w. repräsentirt; in der Südzone durch die Nummulitenkalke mit Kohle von Annecy und Gap, sowie durch jene von den Diablerets, von der Dent du Midi, von Häring, Monte Bolca.

**B. Obere Tertiärgebilde.**

7. Aquitanische Stufe, oder *Etage aquitanien.* Zu ihr gehören in der Nordzone die obere Süsswasserbildung von Paris und Orleans, sowie jene der Auvergne, das Gestein von Sternberg, die Schichten von Osnabrück, Luithorst, Lemgo, Crefeld, der Cyrenenmergel und der Cerithienkalk von Mainz; in der Südzone die untere Süsswasserbildung, Mollasse und Nagelfluh von Lausanne, Vevey, Thun und vom Rigi, die Schichten von Sagor, Radoboj und Sotzka u. s. w.

8. Mainz-Stufe, oder *Etage mayencien.* In der Nordzone die Falüns der Touraine, der Litorinellenkalk von Mainz, Wiesbaden, Oppenheim, die Schichten von Saucats; in der Südzone die Süsswasserbildungen von Aix, Apt und Marseille die untere Süsswasser-Mollasse von Bern und Thun, der Sand von Grund, Loibersdorf, Pötzleinsdorf bei Wien.

9. Helvetische Stufe, oder *Etage helvétien.* In der Nordzone die Sandsteinfindlinge von Schleswig-Holstein, Lübeck und Mecklenburg, die Braunkohlen des Nieder-Rheins, des Westerwaldes und der Wetterau; in der Südzone die Meeresmollasse von Montpellier, Martigues, Bern und Luzern; der Leithakalk des Wiener Bassins.

10. Tortona-Stufe, oder *Etage tortonien.* Im Norden der Mergel von Sylt und Schleswig-Holstein der Knochensand von Eppelsheim und Laubenheim; im Süden die blauen Mergel mit *Conus canaliculatus* und *Ancillaria glandiformis* von Baden, Vöslau, Möllersdorf bei Wien, der Tegel von Lapugy, der obere schwefelführende Mergel von Radoboj.

11. Asti-Stufe, oder *Etage astien.* Sie begreift im Norden den Crag von Suffolk und Norfolk, die blauen Mergel des Dép. de la Manche, den Blättersandstein von Laubenheim und Wiesbaden; im Süden die blauen Mergel von Frejus, die obere Süsswasser-Mollasse der Schweiz und der bayerischen Hochebene, den Sand von Asti und die Mergel der Subapenninen-Formation.

12. Sahara-Stufe, oder *Etage saharien.* Dahin gehören einerseits der Crag von Norwich, anderseits der Sand der Subapenninen-Formation, und viele jüngere Bildungen.

Gruppiren wir diese Stufen nach den Abtheilungen des oben stehenden Schemas, so erhalten wir das Resultat, dass

den eocänen Bildungen die Stufen 1 bis 4,
den oligocänen Bildungen die Stufen 5 bis 7,
den miocänen Bildungen die Stufen 8 bis 10, und
den pliocänen Bildungen die Stufen 11 und 12

mehr oder weniger genau entsprechen.

## Erstes Kapitel.

## Nummuliten-Formationen.

### §. 139. *Nummuliten- und Flysch-Formation* *).

Eine der grossartigsten und wunderbarsten Erscheinungen im Gebiete der Gebirgswelt tritt uns in den mächtigen Schichtensystemen der Nummulitenfor-

*) Wir geben diesen Paragraphen fast unverändert so, wie in der ersten Auflage, indem wir dabei den Haupt-Typus der nummulitenführenden Formationen berücksichtigen, aber

mation entgegen, welche in einem nur wenig unterbrochenen Zuge, von Spanien und Marocco aus durch die zu beiden Seiten des mittelländischen Meeres gelegenen Länder nach Aegypten*), Kleinasien und der Krimm, und weiterhin durch Südrussland, Persien und Ostindien bis an die Gränzen von China, ja bis nach Japan und Luzon verfolgt werden können, dabei stellenweise zu gewaltigen Gebirgen aufragen, und in ihrer Vereinigung jene grosse centrale Eocänformation der alten Welt bilden, welche innerhalb ihres erstaunlichen Verbreitungsgebietes dennoch eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften zeigt, dass man schliessen muss, es sei ein einziges, von Westen nach Osten ausgedehntes Meer gewesen, auf dessen Grunde diese Formation gebildet wurde**).

Die Nummulitenformation besteht wesentlich aus zwei Hauptgliedern: aus einem unteren, mit zahllosen Ueberresten von Nummuliten und anderen Seethieren erfüllten Gliede, und aus einem oberen Gliede, welches durch den fast gänzlichen Mangel aller thierischen Ueberreste eben so, wie durch das häufige Vorkommen von Fucoiden ausgezeichnet ist. Wir wollen mit Studer jenes die Nummulitenbildung, dieses die Flyschbildung nennen.

Diese beiden Hauptglieder der ganzen Formation erscheinen zwar bisweilen als ein paar getrennte, unabhängig von einander auftretende Bildungen; wo sie aber zugleich vorkommen, da behaupten sie stets die bestimmte Lagerungsfolge, dass die Nummulitenbildung nach unten, die Flyschbildung nach oben liegt. Auch kennt man mehre Beispiele von einer gegenseitigen Verknüpfung, indem der Flysch hier und da noch mehr oder weniger mächtige Einlagerungen von Nummulitengesteinen zeigt; wie dies z. B. nach Murchison bei Mosciano unweit Florenz, nach Studer an den Voirons, am Gurnigel und nach Gümbel am Grünten in den Alpen der Fall ist. Fischer-Ooster suchte zwar in seinem Werke: die fossilen Fucoiden der Alpen 1858, zu beweisen, dass die fucoidenführenden Flyschgesteine in den Alpen niemals über den Nummulitenschichten vorkommen. Das Verhältniss ist jedoch durch so viele Beobachtungen innerhalb und ausserhalb der Alpen nachgewiesen worden, dass es wohl als das normale Lagerungsverhältniss zu be-

vorläufig von den Unterscheidungen absehen, welche in neuerer Zeit geltend gemacht worden sind, und in den §§. 440 und 441 ihre nöthige Erwähnung finden werden. Manche in gegenwärtigem Paragraphen stehende Bemerkungen (wie z. B. die über die Basalttuffe und Steinkohlen) sind auf eine jüngere Nummulitenformation zu beziehen.

*) Die Pyramiden Aegyptens sind hauptsächlich aus Nummulitenkalkstein erbaut; Catullo erkannte schon im Jahre 1836 die Uebereinstimmung der tertiären Formation bei Cairo mit jener von Vicenza.

**) Als Hauptquelle für das Studium der Nummulitenformation sind zu empfehlen die Abhandlung von Murchison, *on the structure of the Alps, Apennins and Carpathians*, 1849; der dritte Band von d'Archiac, *Histoire des progrès de la Géol.* 1850, so wie die *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde par d'Archiac et Jules Haime*, 1853. Studer's Geologie der Schweiz, Bd. II, S. 87 ff., Rütimeyer über das schweizer Nummuliten-Terrain, 1850, und Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, 1861, S. 579 ff. Die Zugehörigkeit der Nummulitenbildungen zu den Tertiärformationen ist wohl zuerst von Al. Brongniart im J. 1823 erkannt, dann lange bezweifelt, endlich aber von Eugen Sismonda im J. 1845, bei dem Naturforscher-Congress in Neapel, mit Bestimmtheit geltend gemacht worden.

trachten ist. Vergl. auch Gümbel, Geogn. Beschr. des bayerischen Alpengebirges, S. 613.

1. Nummulitenbildung. Ihre Gesteine stellen sich theils als Kalksteine theils als Sandsteine dar, sind aber gewöhnlich durch einen grossen Reichthum von Nummuliten und anderen Foraminiferen ausgezeichnet; ja, die Kalksteine erscheinen oft geradezu als Aggregate von millionenweise dicht über einander liegenden Nummuliten, als wahre zoogene Gesteine.

Die Nummulitenkalksteine sind meist feinkörnig bis dicht, zäh und schwer zersprengbar, bisweilen breccienartig, verschiedentlich grau, gelb, braun und schwarz, auch wohl durch Eisenoxyd roth gefärbt; ja dieser Eisengehalt nimmt mitunter so überhand, dass sich fast kalkige Rotheisensteine ausbilden. Sie bestehen oftmals fast nur aus bald kleinen, bald thalergrossen Nummuliten, welche besonders auf der verwitterten Gesteinsoberfläche dicht an einander gedrängt im Relief hervortreten. Auch der sogenannte Granitmarmor von Neubeuern und anderen Orten, ein granitartig gefleckter, von zahllosen kleinen Korallen und einzelnen Nummuliten erfüllter sandiger Kalkstein gehört nach Schafhäutl und Gümbel hierher *).

Oft ist der Kalkstein mit Sand gemengt, wodurch Uebergänge in Sandstein und Quarzit vermittelt werden, welche bisweilen, und zumal nach oben, mit dem Kalksteine abwechseln. Bisweilen erscheinen auch Mergel und Mergelschiefer. Berühmt wegen ihrer zahlreichen und wohlerhaltenen Fischabdrücke sind die mergeligen Kalksteine des Monte Bolca bei Verona, welche ebenfalls der Nummulitenformation angehören.

Die Nummulitensandsteine sind bald quarzig, bald thonig, meist grau, gelb oder braun, auch grün durch Glaukonitkörner, und schwarz; die dunkelfarbigen zeigen sich nicht selten weiss gesprenkelt, oft polyëdrisch zerklüftet und so schwer zersprengbar wie Grünstein; die hellfarbigen sind bald locker, bald so fest wie Quarzit. Sie pflegen ärmer an organischen Ueberresten zu sein, als die Kalksteine, enthalten aber doch in einzelnen Schichten oft zahlreiche Nummuliten, Orbitoliten und andere Fossilien. Der braune und grüne Nummulitensandstein am Nordrande der Alpen, bei Sonthofen und am Kressenberge (oder Teisenberge) in Baiern, sowie bei Dornbirn und Fähnern in der Sentisgruppe, ist oft sehr reich an Eisenoxydhydrat, welches sogar zu Flötzen eines eigenthümlichen oolithischen Eisenerzes concentrirt ist. In Spanien spielen auch Conglomerate eine wichtige Rolle, wie denn z. B. die durch ihre schroffen ausgezackten Bergformen bekannten Conglomerate des Montserrat in Catalonien nach Vézian der unteren Etage der Nummulitenformation angehören.

2. Flyschbildungen. Sie bestehen aus dunkelfarbigen Schiefern (Flysch) und Sandstein, aus thonigem Kalkstein, Kalkschiefer, Mergelschiefer und Kalksteinbreccie, erlangen oftmals eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, enthalten aber von organischen Ueberresten gewöhnlich gar nichts, als Fucoiden, zumal *Chondrites intricatus* und *Ch. Targionii*, deren Abdrücke oft in grosser Menge die Schichtungsfugen und Spaltungsflächen der Kalksteinschiefer und Sandsteinschiefer bedecken, weshalb denn auch diese Gesteine häufig unter dem sehr bezeichnenden Namen Fucoidensandstein oder Fucoidenschiefer aufgeführt werden. Von thierischen Ueberresten (zweifelhafter Art) lassen sich fast nur die von Schafhäutl sogenannten Helminthoiden und die seltsamen Gestalten des *Nemertites Strozzii Savi* nennen.

---

*) Neues Jahrb. der Min. 1846, 650 und 1852, 188 f. Gümbel a. a. O. S. 618.

Doch sind die durch ihre Fische berühmten Schiefer vom Plattenberge bei Glarus nach Murchison und d'Archiac gleichfalls hierher zu rechnen, was indessen Bronn noch nicht für völlig erwiesen hält. Auch ein paar in den Alpen vorkommende Gesteine, nämlich der Taviglianaz-Sandstein, ein dunkelgrünes, weissgesprenkeltes, kleinkörniges, an Diabastuff erinnerndes Gestein, und der Ralligsandstein, ein grüner und brauner, bisweilen auch rother, durch Nester einer kleinkörnigen Breccie ausgezeichneter Sandstein, sind als Glieder der Nummulitenformation erkannt worden *). In den Alpen sind mehrorts, wie im Habkerenthale, am Gurnigel und am Bolgen, sehr grossstückige Granit-Breccien und Conglomerate bekannt, deren Blöcke oder Gerölle oft ganz ausserordentliche Dimensionen haben. Im Sihlthale bei Yberg, und bei Grabs in St. Gallen kennt man ähnliche Breccien, deren Blöcke aus Gesteinen der Juraformation bestehen, worüber Bachmann interessante Mittheilungen machte; (Vierteljahrschr. der naturf. Ges. in Zürich, VIII, S. 1 f.). Dergleichen colossale Breccien wiederholen sich auch in der Nummulitenformation der Karpathen, wie Hohenegger gezeigt hat. Zahlreiche, scharfkantige und zum Theil ungeheuere Blöcke von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Kalkstein, Sandstein und Schieferthon der Steinkohlenformation bilden, zugleich mit kleineren Bruchstücken und feinerem Schutte, Breccienschichten, in denen hier und da Nummuliten vorkommen **). Uebrigens sind es die schieferigen und sandigen Gesteine der Flyschbildungen, welche von den Italiänern Macigno, die kalkigen Gesteine aber, welche von ihnen Alberese genannt werden. Da nach Zeuschner und K. v. Hauer das Bindemittel der Fucoidensandsteine wesentlich aus den Carbonaten von Kalk, Eisenoxydul und Magnesia besteht, so ist es erklärlich, dass diese Gesteine von allen Klüften einwärts oft gelb oder braun gefärbt sind, was auch von den meist licht blaulichgrauen mergeligen Kalksteinen und Kalkschiefern gilt. Wülste auf den Schichtungsflächen gehören ebenfalls zu den gewöhnlichen Erscheinungen. — Die bedeutende Mächtigkeit und Verbreitung, welche der Macigno und Alberese in der Apenninenkette zeigen, so wie der ganz eigenthümliche paläontologische Charakter dieser Gesteine bestimmten Pilla im Jahre 1845, die Flyschbildung als eine selbständige Formation unter dem Namen *terrain étrurien* einzuführen, was jedoch wenig Beifall gefunden hat. Auch Favre erklärte sich für die Unabhängigkeit des Macigno oder Flysches von der Nummulitenformation; *Bibliothèque univ. de Genève*, 1847, *p.* 418 ff. Mayer und Gümbel sind derselben Ansicht.

Als einige untergeordnete Bildungen der Nummulitenformation sind Basalttuff, Jaspis, Steinkohlen, Gyps, Steinsalz, Schwefel, und Eisenerze zu erwähnen, weshalb denn auch diese Formation in technischer und nationalökonomischer Hinsicht oftmals eine grosse Wichtigkeit erlangt, abgesehen davon, dass viele ihrer Gesteine als Bausteine, als Dachschiefer (Lavagna) u. s. w. benutzt werden können.

Basalttuffe sind besonders im Val-Nera, bei Ronca, Montecchio maggiore und Monte Viale in der Umgegend von Vicenza bekannt; sie wechseln daselbst zum Theil regelmässig mit Nummulitenkalkstein, enthalten bisweilen selbst Nummuliten

---

*) Im Ralligsandstein sind Pflanzenreste gefunden worden, welche nach Fischer-Ooster mit denen der eocänen Flora von Sotzka übereinstimmen. Studer, a. a. O. S. 115, und Mittheilungen der naturf. Ges. zu Bern, 1852, Nr. 237.

**) Sogar Blöcke von Steinkohlen finden sich in diesen Breccien; bei Fritschowitz in Mähren sah Hohenegger einen 3 Centner schweren Block; bei Woikowitz ein 15 F. langes und 8 F. dickes Fragment von Schieferthon mit Farnkräutern, Calamiten und Lepidodendren. An vielen Orten sind die Kohlenfragmente so häufig, dass sie von den Schmieden benutzt werden.

und andere organische Ueberreste, und sind von Al. Brongniart unter dem Namen Brecciole, in seinem bekannten *Mém. sur les terrains calcareo-trappéens du Vicentin* (1823), so wie von Bronn ausführlich beschrieben worden.

Jaspis ist namentlich in den Apenninen Ober-Italiens, bei Pietra Mala, Prato, Borghetto u. a. O. vielfach bekannt; er bildet regelmässige Schichten, ist theils einfarbig roth, theils bunt gestreift, und findet sich besonders in der Nachbarschaft der dortigen Serpentine und Gabbros; (vergl. Bd. II, S. 439). Auch die bekannten Aegyptischen Kugeljaspise liegen in der Nummulitenformation, und enthalten bisweilen selbst Nummuliten. Haidinger, Handb. der bestimmenden Mineral. S. 325.

Steinsalz, Gyps und Schwefel. Durch die Untersuchungen von Verneuil und Collomb ist es erwiesen worden, dass die bekannten Steinsalz-Ablagerungen von Cardona, Paralta u. a. O. in Catalonien der Nummulitenformation angehören; da sie von Gyps, so wie von rothen Mergeln und Sandsteinen begleitet werden, so zeigen sie eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den Steinsalzgebilden der Trias. Höchst wahrscheinlich sind die Steinsalzstöcke Siciliens, sowie die dortigen Gyps- und Schwefelbildungen, desgleichen manche Salz- und Gyps-Stöcke Kleinasiens und Armeniens ebenfalls in das Gebiet der Nummulitenformation zu verweisen; doch wird die sicilianische Bildung von Pinteville für pliocän erklärt, während Gravina sie zwar für eocän hält, allein über die Nummulitenformation stellt.

Kohlenflötze bilden keine seltene Erscheinung, auch sind sie oft mächtig genug, um abgebaut werden zu können; so z. B. bei Entrevernes in Savoien, am Abhange der Diablerets bei Anzeindaz unweit Bex, wo die Kohle 2 bis 3 Meter mächtig und von anthracitähnlicher Beschaffenheit ist, bei Beatenberg und in den Ralligstöcken, bei Gutaring in Kärnthen, bei Albona in Istrien.

Eisenerze. Die dunkelgrünen und dunkelbraunen Nummulitensandsteine, wie solche in der Gruppe des hohen Sentis in Appenzell, bei Sonthofen, Neubeuern, Eisenerz, Mattsee und am Teisenberge oder Kressenberge bekannt sind, füllen sich oft dermaassen mit kleinen, mohn- bis hirsekorngrossen, schwarzbraunen Körnern von Eisenoxydhydrat, dass sie in förmliche Schichten von oolithischem Eisenerz übergehen, welches nach den Analysen v. Kobell's 27 bis 55 Procent Eisenoxyd enthält und mehrorts zu einer bedeutenden Eisenproduction verwendet wird, obgleich es nach Schafhäutl durchschnittlich nur 22 Procent Eisen liefert.

In den Pyrenäen, im Atlas, in den Alpen, Apenninen, Karpathen und in allen den Gebirgen, an deren Bildung die Nummulitenformation Theil nimmt, sind ihre Schichten oft von gewaltsamen Convulsionen und Dislocationen betroffen und nicht selten bis zu den höchsten Gipfeln hinaufgedrängt worden.

Die Nummulitenformation ist an ihrer unteren Gränze oft so innig mit der Kreideformation verbunden, dass es nicht befremden kann, wenn früher zwischen beiden ein sehr inniger Zusammenhang vorausgesetzt wurde, welchen man wenigstens so auffassen zu können meinte, dass der Nummulitenkalkstein eine Art von Uebergangsbildung aus der cretacischen in die eocäne Formation darstelle. Allein die häufige concordante Auflagerung und die bisweiligen petrographischen Uebergänge können, wie Murchison bemerkt, den durch die abweichende Fauna beider Formationen äusserst scharf ausgesprochenen Unterschied nicht verwischen. Uebrigens zeigt auch die Nummulitenformation sehr häufig eine übergreifende oder transgressive Auflagerung auf weit älteren Formationen, wodurch schon ihre Unabhängigkeit von der Kreideformation erwiesen wird. Dass aber noch einige wenige organische Ueberreste aus der Kreide in die Nummulitenbildung hinaufreichen, darüber kann man

sich wohl bei zwei unmittelbar auf einander folgenden Formationen nicht wundern.

Von der Fauna der Nummulitenbildung hat d'Archiac eine vollständige Uebersicht geliefert, aus welcher wir Folgendes entlehnen *). Die Anzahl der (im Jahre 1850) bekannten Species beträgt 1677; darunter befinden sich:

920, welche der Formation eigenthümlich und
323, welche unzweifelhaft tertiär sind;
5, welche unzweifelhaft und
14, welche vielleicht cretacisch sind;
374, noch unbestimmte, und
61, noch zweifelhafte Species.

Von den tertiären Species sind 270 in denjenigen eocänen Schichten Nordfrankreichs, Englands und Belgiens bekannt, in welchen gleichfalls Nummuliten vorkommen. Da nun die der Formation eigenthümlichen Species weit mehr einen tertiären, als einen secundären Charakter haben, so kann wohl die Nummulitenformation mit allem Rechte der älteren Eocänformation des nordwestlichen Europa parallelisirt werden. Als vorzüglich charakteristische, weil am weitesten verbreitete und am häufigsten vorkommende Species hebt d'Archiac 67 hervor, von welchen 33 zugleich als charakteristische Formen der eocänen Schichten von Paris und London bekannt sind.

Diese 67 Leitfossilien sind nämlich folgende**).

Korallen.

*Phyllocaenia irradians EH.* = *Astraea radiata Mich.*
* *Trochocyathus sinuosus EH.* = *Turbinolia sin*

Foraminiferen.

*Orbitolites Fortisii d'Arch.* = *Orb. discus* und *parmula Rütim.*
. . . . . *papyracea d'Arch.*
. . . . . *radians d'Arch.*
. . . . . *stellata d'Arch.*
. . . . . *submedia d'Arch.*
* *Nummulites laevigata Lam.*
. . . . . . *biaritzana d'Arch.****); jetzt *N. biaritzensis d'Arch.*
* . . . . . . *elegans Sow.*; jetzt *N. planulata d'Orb.*
. . . . . . *intermedia d'Arch.*
. . . . . . *globosa Rütim.*; ist nach d'Archiac = *N. perforata d'Orb.*
. . . . . . *globulus Leym.*; jetzt *N. Ramondi Defr.*
. . . . . . *polygyrata Rütim.* (non *Desh.*); ist nach d'Archiac = *complanata Lam.* und erlangt 7 bis 10 Centimeter im Durchmesser.

---

*) Dieses *Tableau de la Faune nummulitique* befindet sich im dritten Bande der *Histoire des progrès de la géologie*, p. 225—304.

**) Die auch bei Paris und London vorkommenden Species sind hier mit einem * bezeichnet.

***) Da d'Archiac in seiner Monographie der Nummuliten manche Namen geändert hat so führen wir die jetzt von ihm adoptirten Synonymen an. Statt der in den Alpen häufigen Species, welche hier unter dem Namen *assilinoides* nach Rütimeyer aufgeführt worden ist, nennt d'Archiac als Leitfossil eine andere Species, nämlich *N. spira Roissy*.

*Nummulites assilinoides* Rütim.; ist nach d'Archiac = *N. exponens* Sow.
• . . . . . . *scabra* Lam.
. . . . . . *spissa* Defr.; ist nach d'Archiac, welcher sie früher als *N. crassa* abbildete, blos eine Varietät von *N. perforata* d'Orb.
*Operculina Boissyi* d'Arch.
. . . . . . *ammonea* Leym.
*Alveolina ovoidea* d'Orb.
. . . . . *oblonga* d'Orb.
. . . . . *melo* d'Orb.

Krinoiden.

*Pentacrinus didactylus* d'Orb.

Echiniden.

*Hemiaster obesus* Des.
*Echinolampas subsimilis* d'Arch.
. . . . . . . *politus* Desmoul. ist abgebildet bei Goldfuss T. 48 F. 8.
• *Pygorhynchus scutella* Ag., ist = *Nucleolites scutella* Goldf.
*Eupatagus ornatus* Ag., ist = *Spatangus ornatus* Defr.
*Conoclypus conoideus* Ag.

Würmer.

*Serpula spirulaea* Lam.; ist = *Serpula nummularia* Bronn.

Conchiferen.

*Teredo Tournali* Leym.
• *Pholadomya Puschii* Goldf.
• *Corbis lamellosa* Lam.; jetzt *Fimbria l.* Desh.
• . . . . *pectunculus* Lam.
• *Corbula rugosa* Lam.
• *Cardita acuticostata* Lam.
• . . . . *imbricata* Lam.
• . . . . *multicostata* Lam.
• *Cytherea nitidula* Lam.
• *Lucina mutabilis* Defr.
. . . . *corbarica* Leym.
• *Chama gigas* Desh.
• . . . . *calcarata* Lam.
*Spondylus asperatus* Münst.
. . . . . *cisalpinus* Brong.
• *Ostrea gigantea* Brand., ist sehr gross.
. . . . *vesicularis* Lam.; diese Species wäre eine von denen, welche ganz entschieden aus der Kreide in die Nummulitenbildung heraufgehen *), wenn sie nicht identisch mit *Gryphaea Brongniarti* ist, wie schon Bronn vermuthete.
*Vulsella falcata* Goldf.

Gastropoden.

• *Pileopsis cornu copiae* Lam., = *Capulus c. c.*

---

*) Als andere dergleichen cretacische Species führt d'Archiac noch auf: *Ostrea semiplana*, *O. lateralis*, *O. hippopodium*, *Spondylus duplicatus*, *Sp. striatus*, *Terebratula elongata*, *T. Faujasii*. Nach Cornalia und v. Heyden kommt in Istrien sogar noch *Ostrea columba* vor. Schafhäutl führt unter den 32 angeblich cretacischen Species vom Kressenberge selbst noch *Exogyra Couloni* an.

* *Neritina conoidea* Desh.
* *Natica sigaretina* Desh.
* . . . . *mutabilis* Desh.
* . . . . *hybrida* Desh.
*Cerithium diaboli* Brong.
. . . . . *Leymeriei* d'Arch., wird sehr gross und steht dem *Cerithium giganteum* aus dem Pariser Grobkalk sehr nahe.
* *Voluta ambigua* Lam.
* *Trochus agglutinans* Lam.; jetzt *Xenophora aggl.*
* *Turritella imbricataria* Lam.
* *Rostellaria fissurella* Lam.
* *Melania costellata* Lam.; jetzt *Diastoma c. Desh.*
* *Fusus longaevus* Lam.
* . . . *intortus* Lam.
* *Terebellum convolutum* Lam.
. . . . . . *obtusum* Sow.
* *Pleurotoma clavicularis* Lam.
* *Cypraea elegans* Defr.

Cephalopoden.

*Nautilus lingulatus* Buch.

In der Flyschbildung, als der oberen und oft erstaunlich mächtigen Abtheilung der Nummulitenformation, sind bis jetzt, ausser den nur an einzelnen Localitäten vorkommenden Fischen *), und den räthselhaften Helminthoiden und Nemertiten, lediglich Fucoiden beobachtet worden, welche aber so häufig und so allgemein verbreitet sind, dass sie als höchst charakteristische Fossilien gelten müssen.

Meist sind es Species des Genus *Chondrites;* Adolph Brongniart führt folgende auf, von denen die beiden ersten am häufigsten vorkommen:

| | |
|---|---|
| *Chondrites intricatus Brong.* | *Chondrites Huotii Brong* |
| . . . . . . *Targionii Brong.** | . . . . . . *affinis Sternb.* |
| . . . . . . *aequalis Brong.* | . . . . . . *inclinatus Sternb.* |
| . . . . . . *difformis Brong.* | *Münsteria Hoessii Sternb.* |
| . . . . . . *furcatus Brong.* | . . . . . *flagellaris Sternb.* |
| . . . . . . *recurvus Brong.* | . . . . . *geniculata Sternb.* |

Sehr wahr ist die Bemerkung, welche d'Archiac ausspricht, dass die grosse Einfachheit und Beständigkeit der wichtigsten Charaktere der Nummulitenformation unser Erstaunen erregen müsse, wenn wir bedenken, dass diese Formation die ganze alte Welt von Marocco bis nach Japan durchzieht. Ihre untere Abtheilung wird überall durch die in unendlicher Menge angehäuften Nummuliten charakterisirt: durch diese räthselhaften Geschöpfe, welche nur während einer kurzen Periode, aber in unermesslicher Zahl der Individuen das Meer belebten, so dass der Ausdruck geologischer Horizont nicht leicht eine glücklichere Anwendung finden konnte, als für die nummulitenführende Etage unserer Formation; denn diese Etage bezeichnet uns genau den Zeitraum,

*) Die Fische von Glarus beschrieb Agassiz in seinen *Recherches sur les poissons fossiles;* schätzbare Nachträge zur Kenntniss derselben lieferte G. vom Rath, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, 1859, S. 108 ff.

auf welchen allein das in solcher Ueppigkeit entwickelte Geschlecht *Nummulites* mit seiner Lebensdauer gewiesen war. Aber die obere Abtheilung der Formation, wie ganz anders erscheint sie charakterisirt! Von Nummuliten keine Spur mehr, überhaupt kaum irgend etwas von thierischen Ueberresten, und dafür ein Reichthum von Fucoiden, welche, eben so wie die verschwundenen Nummuliten, fast nur einem Geschlechte angehörend, eine ähnliche Ueppigkeit der Entwickelung in der erstaunlichen Menge ihrer Individuen erkennen lassen*).

Wenn nun aber das eocäne Alter der Nummulitenformation gar nicht bezweifelt werden kann, und wenn wir sehen, dass diese Formation in dem ganzen, durch drei Welttheile reichenden Landstriche ihres Vorkommens die Eocänbildungen fast allein repräsentirt, so gewinnt die Ansicht d'Archiac's in der That eine grosse Wahrscheinlichkeit, dass uns eigentlich in ihr der wahre pelagische Normaltypus der ältesten Tertiärformation gegeben ist, während die gleichalten Ablagerungen des nordwestlichen Europa nur locale, in Binnenmeeren, Meerbusen oder Aestuarien ausgebildete Facies derselben Formation darstellen.

Ehe wir diese grosse südeuropäische Eocänformation verlassen, müssen wir noch in aller Kürze einiger gleichfalls eocänen Bildungen gedenken, welche sich im Bereiche oder doch in der Nachbarschaft derselben vorfinden; es sind dies gewisse kohlenführende Schichtensysteme der Alpen, und die menilitführenden Schichten Mährens und Galiziens.

D'Archiac macht wiederholt aufmerksam darauf, dass der eigentlichen Nummulitenbildung hier und da noch ältere tertiäre Schichten vorausgegangen sind, zu denen auch der plastische Thon und die Braunkohlen des Bassins von Paris gehören. Damit scheint auch die Stellung vieler der Kohlenflötze übereinzustimmen, welche im Gebiete der Nummulitenformation bekannt sind, und es dürften die Schichtensysteme von Häring, Sotzka, Sagor, Eperies, Monte Bolca und Monte-Promina gleichfalls hierher gehören.

Das aus Conglomerat, Schieferthon, bituminösem Mergelschiefer, Mergel und einem stellenweise bis 6 Klafter mächtigen Kohlenflötze bestehende Bassin von Häring in Tirol, das aus Sandstein, Mergelschiefer und trefflicher Steinkohle bestehende, und über 8 Meilen fortstreichende Schichtensystem von Sotzka in Untersteiermark, sowie die Ablagerungen von Sagor in Krain und Monte-Promina in Dalmatien sind in neuerer Zeit auf ihre Pflanzenreste gründlich untersucht worden, und haben so zu einer genaueren Kenntniss der Flora der Eocänperiode geführt. Aus den vortrefflichen Arbeiten Unger's über Sotzka, und v. Ettingshausen's über Häring, Promina und Sotzka**) hat sich insbesondere ergeben, dass der Charakter

---

*) Dieser Reichthum an Fucoiden neben dem Mangel an Thierresten gehört zu den denkwürdigsten Thatsachen, welche die Alpengeognosie kennen lehrt, sagt Gümbel a. a. O. S. 644. Uebrigens ist er geneigt, den Flysch nicht blos als eine Abtheilung der Nummulitenformation, sondern als ein selbständiges Schichtensystem zu betrachten, welches seinem Alter nach den *sables moyens*, oder auch dem Gypse von Paris gleich zu stellen wäre. C. Mayer erklärt ihn auch wirklich für eine gleichzeitige Bildung mit dem Pariser Gypse.

**) Unger, die fossile Flora von Sotzka, in Denkschr. der K. K. Akad. der Wissensch. Bd II, 1850, und C. v. Ettingshausen, die tertiäre Flora von Häring in Tyrol, in den Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, Bd. II, Abtheilung 3, 1853; desgleichen über die Flora von Promina, in den Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 8, 1854, S. 17 ff., und über Sotzka, in den Sitzungsber. derselben Akademie, Bd. 28, 1858, S. 471 ff.

dieser Flora am meisten mit jenem der gegenwärtigen Flora von Neuhollanp übereinstimmt, was auch durch die Floren von Sagor und Monte Promina bestätigt wird.

Was nächstdem die (zuerst von Glocker als solche aufgeführte Menilitformation der Karpathen betrifft, so scheint auch sie in sehr naher Beziehung zur Nummulitenformation zu stehen, auf oder zwischen deren Schichten sie gelagert zu sein pflegt. Sie besteht wesentlich aus fisch- und insektenreichen Mergelschiefern mit Menilit, und aus Schichten von Halbopal, ist bei Butschowitz, Bistritz, Nickolschitz und Weisskirchen in Mähren, bei Teschen in österreichisch Schlesien, bei Seipusch in Galizien bekannt, und soll nach Zeuschner am Nordrande der Karpathen weit nach Galizien hinein fortsetzen, ja, bei Dynow und Jurowce ganze Bergketten zusammensetzen. Nach Hohenegger bilden diese Menilitgesteine am nördlichen Fusse der Karpathen zwei Hauptzüge, welche überall im Hangenden der Nummulitengesteine auftreten; eben so verhält es sich nach Stur in Galizien. Sie scheinen also dort die Stelle des alpinischen Flysches zu vertreten. Die Fischreste stammen nach Heckel besonders von den Gattungen *Meletta*, *Lepidopides* und *Amphisyle;* vorzüglich verbreitet kommen die Schuppen von *Meletta crenata* vor.

## §. 440. *Verschiedene Nummulitenformationen.*

In dem vorhergehenden Paragraphen haben wir die Nummulitenformation überhaupt betrachtet, ohne auf die zeitlichen Verschiedenheiten Rücksicht zu nehmen, welche durch neuere Beobachtungen erkannt worden sind, und es nothwendig machen, wohl eigentlich mehre Nummulitenformationen zu unterscheiden, und nicht mehr blos von einer einzigen Formation zu sprechen, welche durch das massenhafte Auftreten dieser Foraminiferen ausgezeichnet ist.

De Mortillet ist sogar der Meinung, der Name Nummulitenformation müsse ganz aufgegeben werden, weil die Nummuliten keinesweges auf einen so bestimmten Horizont beschränkt seien, als man bisher glaubte. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 19, 1862, *p.* 892. Auch Heer erklärte, man werde endlich von dem Vorurtheile ablassen müssen, dass die Nummuliten nur in ein einziges, eng begränztes Terrain eingeschlossen seien, und dass ihr Vorkommen allein genüge, um eine Formation für eocän zu erklären. *Flora tertiaria Helvetiae*, III, *p.* 279.

Desungeachtet aber dürften doch die verschiedenen Nummuliten-Bildungen im Allgemeinen der eocänen Periode angehören, wie diess noch neuerdings von Deshayes und von anderen Forschern ausgesprochen worden ist*). Auch werden wir bei der Betrachtung der Eocänbildungen Nordfrankreichs, Englands und Belgiens erkennen, wie dort nummulitenführende Etagen zwar in sehr verschiedenen Horizonten auftreten, ohne doch bis in die oligocänen Ablagerungen hinaufzureichen. Dennoch scheint in anderen Gegenden die Fauna der jüngsten nummulitenführenden Schichten der oligocänen (oder untermiocä-

*) *Les terrains nummulitiques sont de l'epoque tertiaire la plus ancienne; voilà ce que l'on peut affirmer aujourd'hui*, sagt Deshayes in seinem neuen Werke: *Descr. des animaux sans vertèbres etc. vol. I*, 1860, *p.* 33. Schon früher erklärte E. Sismonda, und zwar in derselben Abhandlung, in welcher er eine jüngste Nummulitenbildung aufstellte: *le terrain nummulitique en général appartient à la série des formations éocènes ou tertiaires inférieures. Note sur le terrain numm. supérieur du Dego etc.* April 1856. Derselben Ansicht haben sich noch kürzlich Gümbel, Zittel u. A. angeschlossen.

nen) Fauna sehr nahe zu stehen. Diejenige Nummulitenformation aber, welche im südlichen Europa überall mit der Flyschbildung verbunden, und durch die erstaunliche Ausdehnung ihres Bildungsraums in so merkwürdiger Weise ausgezeichnet ist, fällt wohl ganz unzweifelhaft in die eocäne Periode; sie ist es auch, welcher der Name Nummulitenformation vorzugsweise gebührt*).

D'Archiac und Jules Haime sagen in ihrem Werke: *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde, p.* 78, nachdem sie die grosse paläontologische Uebereinstimmung der Nummulitenformation mit der Pariser Eocänformation hervorgehoben: *On trouvera sans doute, surtout dans les parties de la formation où les dépôts sont le plus épais et le plus variés, divers niveaux de Nummulites, caracterisés par des espèces différentes; et c'est ce que nous observons, même dans les bassins fort resserrés où, comme dans celui de la Seine, les couches peu puissantes se succèdent sans discordance. Mais il y a plus, c'est que lors même que quelque soulèvement aurait interrompu la continuité des sédiments, nous pourrions toujours ne voir qu'une seule formation dans l'ensemble des dépôts considérés au point de vue zoologique.* Wenn auch das Genus Nummulites schon in weit älteren Formationen seine Repräsentanten gefunden hat (*Ann. and Mag. of Nat. History,* [2] *vol.* 15, *p.* 58), so können solche doch nur als einzelne und seltene Vorläufer betrachtet werden; eben so dürften die hier und da noch in der oligocänen Formation vorkommenden Nummuliten nur als einzelne Nachzügler dieses merkwürdigen Geschlechtes zu deuten sein; wogegen das massenhafte Auftreten der Nummuliten und ihre Anhäufung zu mächtigen zoogenen Gesteinsschichten nur in der eocänen Periode Statt gefunden zu haben scheint.

Was nun aber die verschiedenen nummulitenführenden Etagen überhaupt betrifft, so dürften sich solche auf drei zurückführen lassen.

Untere Nummulitenformation. Als vorzüglich charakteristische Localitäten ihres Vorkommens werden aufgeführt die Gegend von Nizza und von Biarritz bei Bayonne, die Corbières (eine kleine Gebirgskette südwestlich von Narbonne) und der Kressenberg in den bayerischen Alpen. Wir glauben aber die ganze, mit dem Flysch verbundene Nummulitenbildung der Alpen dahin rechnen zu dürfen.

Mittlere Nummulitenformation. Ihr Vorkommen ist besonders nachgewiesen bei Roncà und Castelgomberto im Vicentinischen, an den Diablerets und bei Cordaz in der Schweiz, bei Pernant und Entrevernes in Savoyen, bei Bonnet und Faudon (unweit Gap) in den französischen Alpen, bei Häring in Tyrol, bei Guttaring in Kärnten, Polschitza in Krain, Oberburg in Steiermark, bei Piszke unweit Gran und in der Pussta Forna bei Stuhlweissenburg in Ungarn.

Obere Nummulitenformation. Sie wurde von E. Sismonda im Thale der Bormida bei Acqui, Dego und le Carcare nachgewiesen.

Der Raum unsers Lehrbuchs gestattet uns nur einige Beispiele etwas näher in Betrachtung zu ziehen; von den Nummulitenbildungen in den bayerischen Alpen werden wir weiter unten in §. 454 ausführlicher zu sprechen Gelegenheit haben.

---

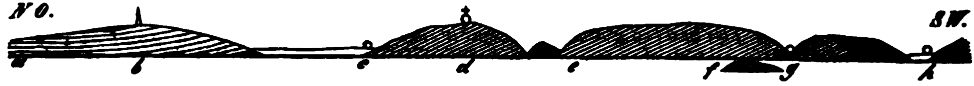
*) Elie de Beaumont nannte sie das *terrain nummulitique mediterranéen,* und erklärte sie für die älteste Eocänbildung, welche nicht mit dem *terrain nummulitique Soissonnais* identificirt werden dürfe. *Notice sur les systèmes des montagnes,* 1852, *p.* 459 ff.

A. Beispiele aus der unteren Nummulitenformation.

Die untere Nummulitenformation ist ihren Hauptzügen nach bereits in §. 439 geschildert worden. Da jedoch die Gegend von Biarritz*) und die Corbières als classische Localitäten ihres Vorkommens genannt zu werden pflegen, so glauben wir hier eine kurze Schilderung der dort vorliegenden Verhältnisse einschalten zu müssen.

Nummulitenformation bei Biarritz.

Von den Falaisen oder Steilküsten bei dem berühmten Seebade Biarritz unweit Bayonne gab Thorent eine recht gute geographische und geognostische Darstellung**), nach welcher wir das folgende Diagramm skizzirt haben, um unsern Lesern eine Vorstellung von den dortigen, so viel besprochenen Verhältnissen zu gewähren.




*a* Chambre d'Amour. *b* Leuchtthurm. *c* Mühle von Biarritz.
*d* Biarritz. *e* Port des Basques. *f* Rocher du Goulet.
*g* Mühle von Chaviague. *h* Mühle von Sopite (Lamoulie).

Die Horizontale ist der Meeresspiegel; bei Biarritz und bei dem Leuchtthurme springt die Küste weit nach Westen vor. Nach Köchlin-Schlumberger ist der Name *moulin de Sopite* in der Gegend gar nicht bekannt, und heisst diese Mühle Lamoulie. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 1248. Einige andere Abweichungen von Thorent's Angaben sollen unten erwähnt werden.

Bei dem Dorfe Bidart, welches noch etwa 2500 Meter südwestlich der Mühle von Sopite liegt, bis nahe zu dieser Mühle stehen die steil aufgerichteten Schichten der Kreideformation an; dann erscheinen die Schichten der Nummulitenformation, welche nun, nur wenig unterbrochen, bis an die Chambre d'Amour und weiterhin fortsetzen. Von diesen Schichten haben auch Delbos und Köchlin-Schlumberger eine genaue Beschreibung geliefert, welcher Letztere besonders die tieferen Schichten gegen Bidart hin specieller untersuchte. Die neueste Darstellung derselben gab jedoch Pellat***), weshalb die unten folgende Gliederung aus seinen Mittheilungen entlehnt ist.

Die Schichten der Nummulitenformation fallen nach Thorent bei Biarritz 20 bis 25° nach NNO., und behalten auch, einige locale Störungen ausgenommen, dieselbe Neigung bis an die Mühle von Sopite; von Biarritz aus gegen den Leuchtthurm hin nimmt jedoch ihr Fallen allmälig ab, und an der Chambre d'Amour liegen sie fast horizontal. Den Beschreibungen zufolge bilden sie wirklich ein einziges concordantes Schichtensystem, welchem Thorent eine Mächtigkeit von 2000 Meter zuschrieb, was jedoch d'Archiac für etwas zu hoch gegriffen erachtet.

Köchlin-Schlumberger erklärt sich gegen die Ansicht von Thorent, dass die Kreideformation bald südlich von der Mühle Lamoulie (oder Sopite) beginne. Viel-

*) Nach einer neueren Mittheilung von Tournouër erscheint es jedoch zweifelhaft, ob bei Biarritz auch wirklich die untere Nummulitenformation existirt; vergl. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 20, 1863, *p.* 603.

**) In den *Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* I, 2. *partie*, 1846, *p.* 181 ff. und *Pl.* VI *bis*.

***) *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 20, 1863, *p.* 675 ff.

mehr setzen die Schichten der Nummulitenformation mit *Nummulites biarritzana, Serpula spirulaea* auch von dieser Mühle noch weithin gegen Bidart, jedoch mit südöstlichem Einfallen fort, und werden zuletzt von Flysch mit *Chondrites aequalis* bedeckt. A. a. O. S. 1248 ff. Da Thorent und Pellat diese Verhältnisse nicht erwähnen, so sieht man, wie viel Unsicherheit noch hier obwaltet.

Wie man überhaupt schon seit mehr als 20 Jahren auf die Anerkennung gewisser Verschiedenheiten innerhalb der Nummulitenformation gelenkt worden ist*), so haben auch bereits Thorent und Delbos in der Gegend von Biarritz mehre Etagen unterschieden, welche sich durch ihre organischen Ueberreste von einander mehr oder weniger abweichend erweisen. Pellat glaubt nach seinen Beobachtungen zwei Hauptabtheilungen annehmen zu können, innerhalb welcher er wieder mehre Glieder unterscheidet.

1. Untere Abtheilung. Sie reicht von der Mühle von Sopite bis zum Port des Basques, und besteht vorwaltend aus grauen oder blaulichen Mergeln und Kalkstein, mit grossen Nummuliten und einer erstaunlichen Menge von *Serpula spirulaea*, sowie mit zahlreichen anderen tertiären Fossilien, unter denen sich jedoch auch einige cretacische Formen finden. Sie zerfällt in folgende drei Etagen:

a. Kalkstein mit *Echinanthus sopitianus*. Von der Mühle von Sopite bis zum Rocher du Goulet. Ein mergeliger und sandiger, gelblicher oder blaulicher Kalkstein, reich an *Serpula spirulaea*, mit zahlreichen Korallen, auch *Guettardia Thiolati d'Arch.*, *Echinanthus sopitianus Des.*, *Vulsella falcata, Trebratula aequilateralis d'Arch.*, verschiedenen Species von *Pecten, Spondylus* und *Nummulites crassa.*

Nach Köchlin-Schlumberger sind die Verhältnisse hier ganz anders, indem die Schichten halbwegs von der Mühle Chaviague aus gegen die Mühle von Sopite 45 bis 50° nach Süd einfallen, wie es durch die punktirten Linien in obigem Diagramme angedeutet ist, so dass dort ein Sattel vorliegen würde. A. a. O. S. 1247.

b. Kalkstein mit *Ostrea rarilamella*; bildet den Rocher du Goulet und die gegenüberliegende Falaise, die reichsten Niederlagen an organischen Ueberresten in der Gegend von Biarritz. Es ist ein blaulichgrauer, ziemlich harter Kalkstein, welcher namentlich sehr viele Echiniden**) enthält, in deren Begleitung häufig *Serpula spirulaea*, einige Nummuliten, *Guettardia Thiolati, Orbitolites sella d'Arch., Bourgueticrinus Thorenti d'Arch., Terebratulina tenuistriata d'Orb., Ostrea rarilamella Desh.*, und mehre Species von *Pecten, Spondylus, Pholadomya, Crassatella* vorkommen.

c. Mergel mit *Turbinolia calcar* und Gastropoden; bildet die lange Falaise des Port des Basques, und ist ärmer an Fossilien. Eine Wechsel-

---

*) So gab Leymerie in seiner Abhandlung über die Corbières die Bemerkung: *Une étude plus approfondie conduira probablement les géologues à reconnaître, que l'on a confondu sous la dénomination de système à Nummulites plusieurs terrains très différents; mais jusqu'à présent cette distinction n'a pas été faite. Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* I, 1844, *p.* 337, Note 2.

**) Cotteau gab eine Uebersicht der Echiniden der Nummulitenformation von Biarritz. Von den 93 in der subpyrenäischen Eocänformation überhaupt bekannten Species finden sich 43 bei Biarritz, und zwar 36 in der unteren Abtheilung. Einige derselben, wie *Cidaris subularis d'Arch., Echinolampas subsimilis d'Arch., E. ellipsoidalis d'Arch., Periaster verticalis Des.* und *Schizaster Leymeriei* sind häufig; andere sind sehr selten, und manche nur in einem Exemplare bekannt. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 21, 1863, *p.* 81 ff. Die vollständigste Uebersicht der Fauna von Biarritz hat d'Archiac gegeben, in den *Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* III, 1848, *p.* 397 etc.

lagerung von blaulichen Mergeln und mergeligen Kalksteinen, darin *Serpula spirulaea*, einige Nummuliten, *Orbitolites Fortisii*, *Turbinolia calcar* nebst *Dentalium tenuistriatum*, und Species von *Solarium*, *Turritella*, *Pleurotoma* u. a. Gastropoden.

2. Obere Abtheilung, mit *Eupatagus ornatus* und Operculinen. Sie reicht von Biarritz bis zu der Chambre d'Amour, und besteht meist aus Sandstein, sandigem Kalkstein und Sand, enthält nach unten zahlreiche kleine Nummuliten, nach oben Operculinen, und zerfällt nach Pellat in zwei Etagen.

d. Sandiger Kalkstein mit *Eupatagus ornatus*; bei Biarritz und unter der Villa Eugenia. Sandige, nach unten blauliche, nach oben gelbliche und sehr weiche Kalksteine, stellenweise mit Quarzgeröllen; auch einige thonig-sandige Schichten. Manche Schichten bestehen fast gänzlich aus *Nummulites intermedia*; Operculinen erscheinen selten, zahlreich dagegen *Eupatagus ornatus Ag.*, *Scutella subtetragona Grat.* und einige andere Formen.

e. Sandstein und Sand mit Operculinen; am Leuchtthurm und bei der Chambre d'Amour. Grauer oder gelber Sand mit *Operculina ammonea*, darin unregelmässige Bänke eines grauen, harten kalkigen Sandsteins, der sehr viele Gastropoden (*Turritella*, *Scalaria*, *Voluta*, *Conus*), einige Conchiferen (*Cytherea*, *Pholadomya*) und sehr schöne Exemplare von *Schizaster vicinalis Ag.*, *S. rimosus Des.* und *Hemipatagus Pellati* enthält; nur in den tiefsten Schichten erscheint noch *Eupatagus ornatus*. Die zahlreichen Operculinen vertreten in dieser Etage die nur selten vorkommenden Nummuliten.

Die Fauna von Biarritz hat zwar auf den ersten Blick viele Aehnlichkeit mit jener des Pariser Grobkalkes; in der That aber erweisen sich nur wenige Species identisch. Wenn sich nun auch in dem, mehre tausend Fuss mächtigen Schichtensysteme von unten nach oben auffallende Aenderungen der Fauna zu erkennen geben, so ist diess doch eine ganz naturgemässe und in allen Sedimentformationen vorkommende Erscheinung, welche lediglich beweist, dass die Ausbildung eines so bedeutenden Schichtensystems einen sehr langen Zeitraum erfordert haben muss, während dessen die Thierwelt einigen Umgestaltungen unterlag. Die Verhältnisse bei Biarritz sprechen zwar für die Unterscheidung mehrer Formationsglieder, aber wohl kaum für die Trennung der einen Nummulitenformation in mehre verschiedene Formationen.

Nummulitenformation der Corbières.

Die Nummulitenformation, welche an beiden Seiten der Pyrenäen fast ununterbrochen vorhanden ist, und im Mont-Perdu bis zu 2000 Meter Höhe aufragt, findet sich auch im Flussgebiete der Aude, in den sogenannten Basses-Corbières, welche unweit der Stadt La-Grasse im Mont-Alaric bis zu 600 Meter über den Meeresspiegel aufsteigen. Sie liegt dort theils auf devonischen, theils auf cretacischen Gesteinen *), bisweilen auch auf einer Süsswasserbildung, und zerfällt in drei Etagen, von welchen die untere oder älteste die grösste Verbreitung und Höhe erreicht.

1. Untere Etage. Sie besteht wesentlich aus hellgrauem Kalkstein, welcher bisweilen mit Quarzkörnern gemengt und meist sehr reich an Milioliten (Foramini-

*) Leymerie führte sie unter dem Namen des *terrain épicrétacé* ein, weil er sie anfangs weder für tertiär, noch für cretacisch erklären zu können glaubte. In den nördlich von Narbonne gelegenen Montagnes Noires findet sich die Fortsetzung der Formation.

feren) ist, wie bei Rennes, Couiza und Alet, bei welchem letzteren Orte er sogar bis zu 655 Meter aufragt; unter ihm liegen graue gypshaltige und auch rothe Mergel. Besonders schön entwickelt ist diese Etage am Mont-Alaric, dessen Abhänge wesentlich von mächtigen Schichten eines graulichweissen, dichten und sehr harten Kalksteins gebildet werden, welcher, ausser zahlreichen Milioliten, auch *Nummulites planulata*, *N. Lucasana*, *N. Ramondi*, *Terebratula montolearensis*, *Ostrea* ähnlich der *vesicularis*, *Neritina Schmideliana*, *Hemiaster Alarici*, *Periaster Orbignyanus*, *Echinolampas ellipsoidalis* u. a. Fossilien enthält.

2. Mittlere Etage. Ihre Auflagerung auf der vorigen Etage ist in der Umgegend von Couiza und am Mont-Alaric sehr gut zu beobachten. Sie wird hauptsächlich von blaulichen Mergeln und von mergeligen Kalksteinen, zum Theil auch von Sandsteinen gebildet, welche Gesteine mit einander wechsellagernd die Westseite des Alaric mit einem hohen, halbelliptischen Circus umgeben, dessen Schichten alle nach aussen abfallen, gerade so wie die Kalksteine des Alaric, denen sie in concordanter Lagerung folgen. Einige der häufigeren Fossilien sind: *Nummulites biarritzana*, *N. Leymerieri*, *N. Ramondi*, *Operculina ammonea*, *O. granulosa*, *Trochocyathus sinuosus*, *T. bilobatus*, *Trochosmilia multisinuosa*, *Cardita minuta*, *C. vicinalis*, *Lucina corbarica*, *Panopaea elongata*, *Turritella ataciana* u. a.

3. Obere Etage. Gelbe oder graue Kalksteine und Mergel, braune, gelbe und graue, zum Theil rothe Sandsteine, stellenweise nach oben auch Conglomerate setzen diese Etage hauptsächlich zusammen, welche wesentlich durch viele Nummuliten, besonders wieder durch *Nummulites biarritzana*, *N. Leymeriei* und *N. Ramondi*, durch *Operculina canalifera*, Turritellen und andere Fossilien charakterisirt wird. Ihre regelmässige Auflagerung auf den blauen Mergeln der mittleren Etage ist am linken Ufer der Aude, Couiza gegenüber, sowie an der Westseite des Mont-Alaric längs dem äusseren Abhange des vorerwähnten Circus sehr deutlich zu beobachten; während sie an der Nordseite des Alaric eine Reihe von parallelen Graten bildet, deren Schichten anfangs 15° und zuletzt bis 75° gegen den Berg einfallen.

Man sieht aus dieser kurzen, nach d'Archiac gegebenen Schilderung, dass wir es auch hier doch eigentlich nur mit einer einzigen Nummulitenformation zu thun haben, welche aus dreien, in concordanter Lagerung auf einander folgenden Formationsgliedern zusammengesetzt ist. D'Archiac vergleicht diese drei Glieder mit den *sables inférieurs*, dem *calcaire grossier* und den *sables moyens* des Pariser Bassins, und betrachtet sie demnach als eocän. Es ist die mediterrane oder alpinische Facies der Eocänformation, welche uns hier wie anderwärts in dieser Nummulitenbildung vorliegt, deren Mächtigkeit in den Corbières von Leymerie auf 1000 Meter veranschlagt wird.

### §. 441. *Fortsetzung; mittlere und obere Nummulitenformation.*

Die mittlere Nummulitenformation scheint nicht in so stetiger Ausdehnung und in so grossartigen Dimensionen ausgebildet zu sein, wie die untere; oft auf kleinere Bildungsräume beschränkt ist sie nur hier und da zur Entwickelung gelangt, weshalb denn auch viele einzelne Localitäten als Beispiele ihres Vorkommens aufgeführt werden. Sie ist es auch insbesondere, welche an vielen Orten durch das Auftreten von Kohlenflötzen ausgezeichnet ist, in deren Begleitung denn auch oft Pflanzenreste und nicht selten Süsswasser-

Conchylien erscheinen*). Die nachfolgenden Beispiele mögen zur Erläuterung ihrer Verhältnisse hinreichen.

B. Beispiele aus der mittleren Nummulitenformation.

Nummulitenformation im Vicentinischen.

Diese Bildungen hat Al. Brongniart in seinem *Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs du Vicentin* (Paris 1823) ausführlich beschrieben. Sie sind besonders bekannt in der Umgegend von Verona und Vicenza, erlangen aber am südlichen Fusse und innerhalb der venetianischen Alpen (bei Feltre und Belluno) eine ziemliche Verbreitung. Ein besonderes Interesse gewinnen sie durch ihre innige Verknüpfung mit basaltischen Gesteinen, welche beweist, dass die Eruptionen solcher Gesteine in diesen Gegenden während der Bildungsperiode dieser alten Tertiärschichten Statt gefunden haben müssen.

Im Val Nera (nördlich von Arzignano) wechseln grünliche Basalttuffe und basaltische Breccien mit Kalksteinschichten in regelmässiger horizontaler Lagerung; einzelne Kalksteinschichten und Tufflager sind ganz erfüllt mit Nummuliten und anderen organischen Ueberresten.

Im Val Cunella bei Roncà ist diese Wechsellagerung der Kalksteine und Tuffe zwar weniger regelmässig, aber doch noch deutlich zu erkennen. Der Kalkstein und einige Tufflager sind ausserordentlich reich an Fossilien, ja der erstere scheint oft gänzlich aus Nummuliten zu bestehen.

Bei Montecchio maggiore, nördlich von Vicenza, sind die basaltischen Gesteine sehr vorwaltend, und erscheinen als Conglomerate und Breccien, deren Fragmente aus basaltischem Mandelstein mit Analcim und anderen Zeolithen, auch mit Cölestin bestehen, während das Bindemittel ein grünlicher Tuff ist, in welchem oft sehr viele Conchylien und Stücke von versteinertem Holze stecken.

Monte Viale, nordwestlich bei Vicenza, ist dadurch merkwürdig, dass der Tuff und der Kalkstein nicht sowohl in regelmässigen Schichten, als vielmehr in Nestern durch einander auftreten, dass die Fossilien nicht selten durch Cölestin versteinert sind, und dass zwischen den vorwaltenden Gesteinen dünne Schichten von Braunkohle mit Fischabdrücken vorkommen.

Am Monte Bolca endlich finden sich ausser den nummulitenhaltigen Kalksteinen auch gelbe, schieferige Kalksteine mit den zahlreichen und schön erhaltenen Fischabdrücken, welche diese Localität so berühmt gemacht haben**).

Auch am Monte Glosso bei Bassano, bei Castel Gomberto, bei Brendola in

*) Nirgends dürfte innerhalb der Eocänformation ein grösserer Reichthum an Kohlen vorkommen, als in der mit fast hundert Kohlenflötzen versehenen Tertiärformation der Insel Java, deren Beschreibung Göppert (in seinem Werke: die Tertiär-Flora auf der Insel Java, 1854) geliefert hat. Auch diese Formation ist durch ihre Flora als eocän charakterisirt, was aber freilich für die zwischen dem 6. und 9. Grade südlicher Breite liegende Insel auf keine grossen Unterschiede des Klimas zwischen sonst und jetzt schliessen lässt.

**) Eine systematische Uebersicht der Fische des M. Bolca gab Agassiz im Neuen Jahrbuche für Mineralogie, 1835, S. 297 ff. Es ergiebt sich aus ihr, dass es lauter Meeresfische sind, dass sich 127 Species vorfinden, welche sich auf 77 Genera vertheilen, und dass keine einzige Species mit noch jetzt lebenden indentificirt werden kann.

den Monti Berici und an anderen Orten wiederholen sich diese Verknüpfungen von nummulitenhaltigen Kalksteinen und Basalttuffen.

In derselben Abhandlung gab Al. Brongniart auch eine Beschreibung der merkwürdigen Erscheinungen am Plateau d'Anzeindaz auf der Höhe der Diablerets, zwischen Bex und Sion, wo nummulitenführende Gesteine in einem liegenden Sattel (Band I, S. 885) zwischen älteren Schichten eingeklemmt sind.

Unter den zahlreichen Fossilien, welche Brongniart aus dem Vicentinischen aufführt, befinden sich ausser den Nummuliten (*N. Brongniarti d'Arch.*) viele Species, welche auch in dem Pariser Grobkalke vorkommen, weshalb Brongniart die ganze Bildung mit diesem Gliede der nordfranzösischen Tertiärformation verglich. Da aber viele andere Species theils in den *sables moyens*, theils noch höher aufwärts bekannt sind, so wird die Nummulitenformation von Verona und Vicenza gegenwärtig als eine jüngere, von der grossen alpinischen Formation verschiedene Bildung betrachtet. — Einen reichen Beitrag zur Paläontologie der Vicentiner Formation lieferte v. Schauroth, im Verzeichnisse der Verst. des herzogl. Nat.-Cabinets zu Coburg, 1865, und in denen auf den Tafeln 6 bis 28 beigefügten Bildern; wir machen aufmerksam darauf, weil der Titel des Buches diesen Inhalt nicht vermuthen lässt.

Eine ähnliche Deutung haben durch Hébert und Renevier diejenigen Nummulitenbildungen erfahren, welche in den französischen Alpen bei Saint-Bonnet und am Berge Faudon nordöstlich von Gap, in den savoyer Alpen bei Entrevernes unweit Annecy und bei Pernant an der Arve, in den schweizer Alpen bei la Cordaz und auf der Höhe der Diablerets bekannt sind*). An allen diesen Orten sind es Kalksteine, Sandsteine und, zum Theil bituminöse, Mergelschiefer, aus denen die Formation besteht; dazu gesellen sich oft Kohlenflötze, (wie bei Pernant und Entrevernes), und bei Saint-Bonnet noch mächtige Conglomerate, als oberstes Schichtensystem. Während die Schichten bei Saint-Bonnet fast horizontal liegen, zeigen sie bei Entrevernes und an den Diablerets höchst auffallende Dislocationen **).

Die genannten beiden Geologen haben diese Bildungen auf ihre paläontologischen Verhältnisse genauer untersucht. Von 72 Species finden sich an allen den genannten Puncten äusserst häufig die folgenden 12:

| | |
|---|---|
| *Cardium granulosum Lam.* | * *Cerithium plicatum Brug.* |
| *Cytherea Villanovae Desh.* | * . . . . . *elegans Desh.* |
| * *Cyrena convexa Héb.* | * . . . . . *trochleare Lam.* |
| *Chemnitzia costellata d'Orb.* | . . . . . *Castellini Brong.* |
| * . . . . . . *semidecussata d'Orb.* | * *Natica angustata Grat.* |
| * *Deshayesia cochlearia Héb.* | . . . *Studeri Bronn.* |

Diese Species betrachten daher Hébert und Renevier als besonders charakteristisch für dieses *terrain nummulitique supérieur*, wie sie dasselbe im Vergleich zu der unteren Formation genannt haben. Mit der Nummulitenformation von Biarritz, Nizza und der Corbières hat sie nur 15 Species gemein, welche aber zu den seltenen Formen gehören. Dagegen befinden sich unter jenen 72 Species 18, welche auch im Sande von Fontainebleau vorkommen, und zwar 11 Species, welche daselbst sehr häufig sind, nämlich die vorhin genannten mit * bezeichneten, sowie *Natica crassatina*, *Cytherea incrassata*, *Ostrea cyathula* und die Koralle *Rhyzangia*

*) *Bulletin de la soc. géol.* [2], *t.* 11, 1854, *p.* 589 ff.

**) Vergl. das im I. Bande S. 951 stehende Diagramm.

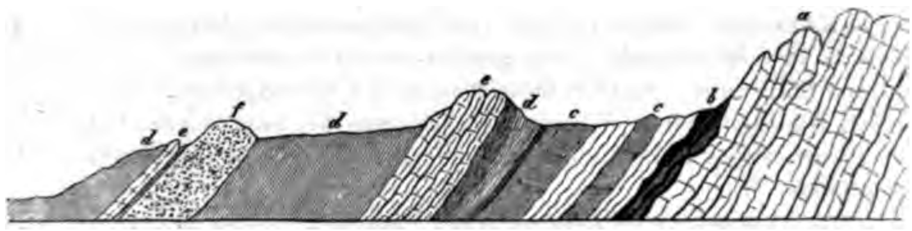
*brevissima*. Da aber auch 17 andere Species in der nordfranzösischen Eocänformation bekannt sind, so gewinnt es den Anschein, als ob dieses *terrain nummulitique supérieur* auf der Gränze der eocänen und oligocänen Bildungen stehe.

Wir werden weiter unten, in §. 445 und 446, noch andere Beispiele für das Vorkommen von Nummuliten in wirklich oligocänen Schichten kennen lernen; welche Beispiele beweisen, dass das Genus Nummulites hier früher und dort später erloschen ist, wie solches ja fast *a priori* zu vermuthen war.

Mittlere Nummulitenformation bei Häring in Tyrol.

Von der tertiären Kohlenformation bei Häring gab Flurl bereits im Jahre 1811 eine Beschreibung, welcher später Sedgwick und Murchison, sowie Reuss Einiges hinzufügten *). Die genauesten paläontologischen Angaben verdankt man jedoch C. v. Ettingshausen und dem unermüdlichen Gümbel, welcher Letztere in seiner geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges S. 608 und S. 670 ff. eine vollständige Aufzählung der dort vorkommenden thierischen Ueberreste lieferte, und auch S. 641 eine durch zwei Profilbilder erläuterte Skizze der geognostischen Verhältnisse einschaltete.

Der untere Keuperkalkstein und der Buntsandstein des Innthales umschliessen zwischen Kufstein und Rattenberg ein länglich elliptisches Bassin von etwa 4 Meilen Ausdehnung, in welchem die tertiäre Kohlenformation von Häring abgelagert ist. Ueber die Zusammensetzung dieser Formation belehrt uns folgendes von Gümbel mitgetheilte Profil in der Richtung des Barbarastollens.




*a* Unterer Keuperkalk.
*b* Kohlenflötz.
*c* Brandschiefer und Stinkstein.
*d* Mergelschiefer.
*e* Mergel und Kalkstein.
*f* Kalksteinconglomerat.

Fast unmittelbar auf dem Keuperkalkstein, nur oft durch etwas Kalksteinbreccie und schieferigen Thon von ihm getrennt, liegt das Kohlenflötz, welches, im Ganzen bis 28 Fuss mächtig, aus einer schönen Pechkohle ohne alle Pflanzenstructur, aus glänzendschwarzer Schieferkohle und aus Zwischenlagen von Brandschiefer und bituminösem Kalkstein besteht, welcher letztere auch Nieren von schaliger Structur bildet, in denen die Kalkschalen mit Kohlenschalen abwechseln. Sowohl die Kohle, als auch diese Zwischenlagen enthalten Süsswasser-Conchylien, deren Schalen und Fragmente oft sehr reichlich über einander gepresst sind.

Das Kohlenflötz fällt 39 bis 42° in West. Ueber ihm liegen bis 8 Klafter mächtig bituminöse, plattenförmige Kalksteine mit sehr vielen Pflanzenresten;

*) Sedgwick und Murchison, in *Transactions of the geol. soc.* [2], *vol.* III, 1832. *p.* 368 ff. und Reuss im Neuen Jahrb. für Min. 1840, S. 162.

höher aufwärts folgen Brandschiefer und Stinksteine, dann Mergelschiefer, welchen zur Cämentfabrication geeignete Mergel und sandige, an marinen Fossilien sehr reiche Kalksteine aufgelagert sind. Die obere Hälfte des durch den Barbarastollen aufgeschlossenen Schichtensystems besteht wieder aus Mergelschiefern und einer mächtigen Conglomeratbank.

Ueber die Pflanzenreste der Häringer Formation hat C. v. Ettingshausen eine ausführliche Arbeit geliefert *), aus welcher sich ergiebt, dass die meisten Formen (zumal die Proteaceen und Myrtaceen) an die jetzige Flora Neuhollands erinnern, und dass von 180 Species 41 in unzweifelhaft eocänen, 23 zugleich in eocänen und miocänen, aber nur 9 in ausschliesslich miocänen Schichten anderer Gegenden vorkommen; woraus denn auf ein eocänes Alter der Formation zu schliessen sein würde. Dagegen kommt Heer auf ein anderes Resultat, welchem zufolge die Flora von Häring einen oligocänen Charakter besitzen würde **).

Da bei der Altersbestimmung der Formationen die thierischen Ueberreste noch mehr Sicherheit gewähren dürften, als die Pflanzen, so ist sehr dankbar anzuerkennen, dass Gümbel die in dieser Hinsicht bisher noch vorhandene Lücke unserer Kenntniss der Häringer Schichten ausgefüllt hat, indem er uns zuvörderst mit 33 Species bekannt machte, welche auch anderwärts vorkommen, dann aber ein reiches Verzeichniss der ausserdem noch dort gefundenen Species hinzufügte. Von jenen 33 Species sind aber folgende 23 obereocän.

*Operculina ammonea Leym.*
*Nummulites Lucasana Defr.*
*. . . . . . variolaria Sow.*
*Trochocyathus calcar d'Arch.*
*Ostrea gigantea Brand.*
*Gryphaea Brongniarti Bronn.*
*Spondylus cisalpinus Brong.*
*Pecten corneus Sow.*
*Avicula media Sow.*
*Corbula gibba Defr.*
*Cardium subdiscors d'Orb.*
*Siliquaria sulcata Defr.*
*Natica Studeri Qu.*
*Tornatella simulata Sow.*
*Pleurotomaria Deshayesi Bell.*
*Fusus scalarinus Desh.*
*Ficula nexilis Lam.*
*Voluta nodosa Sow.*
*Conus turritus Lam.*
*Bulla lignaria Sow.*
*Nautilus zigzag Sow.*
*. . . . imperialis Sow.*
*Carcharias angustidens Ag.*

Von denselben 33 Species erscheinen 18 auch in der sogenannten ligurischen Stufe, sind also unteroligocän; etwa 10 kennt man auch bei Roncà. Hiernach dürfte die Häringer Formation noch für eocän zu halten sein, um so mehr, als auch die ihr eigenthümlichen Species vorwaltend den Formen der älteren Fauna sehr ähnlich sind.

**Mittlere Nummulitenformation bei Oberburg in Steiermark.**

Im südlichsten Theile von Steiermark, östlich, nördlich und westlich von Cilly, bei Pöltschach, Gonobitz, Weitenstein, Schönstein und Frasslau, besonders aber bei Prassberg, Oberburg und Laufen ist eine kohlenführende Tertiärformation abgelagert, welche auch stellenweise Nummuliten enthält, und namentlich bei Oberburg sehr reich an Fossilien ist, um deren erste Kenntniss sich v. Morlot verdient gemacht hat ***). Dieselbe Formation steht wohl nach Süden mit den bei Sotzka unweit Cilly auftretenden eocänen Schichten in Verbindung.

---

*) Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, B. II, 3. Abth. 1853.
**) *Flora tertiaria Helvetiae*, Bd. III, 1859, S. 290.
***) Haidinger, Berichte u. s. w. Bd. V, 1849, S. 39 f.

Die Gesteine sind thonige und sandige Mergel, bituminöse Mergelschiefer, Sandsteine, auch Thonsteine, und eine schwarze Kohle, deren Flötze meist ganz nahe an der Basis des ganzen Schichtensystems auftreten. Die Schichten sind gewöhnlich mehr oder weniger, ja bisweilen sehr stark aufgerichtet. Dass sie der eocänen Formation angehören, diess wurde zuerst von Franz v. Hauer ausgesprochen und später von Rolle und Zittel bestätigt, welcher Letztere insbesondere zeigte, dass sie der oberen Abtheilung jener Formation entsprechen, und gleichalt mit denen von Ronca, Castelgomberto u. s. w. sind.

Kürzlich hat Reuss eine Abhandlung über die Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg veröffentlicht*), aus welcher wir Folgendes entlehnen.

Von Foraminiferen kennt man 17 Species, unter welchen jedoch nur

*Nummulites variolaria Sow.* *Rosalina obtusa d'Orb.*
und *Vertebralina sulcata Reuss*

häufiger auftreten.

Die Korallen bilden den reichsten Theil der Fauna der Oberburger Nummulitenmergel, und beweisen zugleich deren vorwiegend eocänen Charakter und ihre Uebereinstimmung mit den Schichten von Roncà. Von 31 Species sind die häufiger vorkommenden:

*Stylophora annulata Reuss* — *Podabacia prisca Reuss*
*Trochosmilia subcurvata Reuss* — *Dendrophyllia nodosa Reuss*
*Stylocoenia lobato-rotundata Edw.* — *Dendracis Haidingeri Reuss*

Von Bryozoen führt Reuss 15 Arten auf, bemerkt jedoch, dass sie zur Bestimmung der bathrologischen Stellung der Oberburger Schichten wenig geeignet sind, weil die meisten auch in der miocänen Formation vorkommen.

Was endlich die Conchiferen und Gastropoden betrifft, so sind bis jetzt durch v. Hauer und Zittel folgende Species bestimmt worden:

*Crassatella plumbea Desh.* — *Delphinula scobina Brong.*
*Venus Aglaurae Brong.* — *Melania elongata Brong.*
*Corbis lamellosa Lam.* — *Cerithium trochleare Lam.*
*Turritella asperula Brong.* — *Ampullaria perusta Brong.*
*Fusus subcarinatus Lam.* — *Natica crassatina Lam.*

von welchen die meisten auch im Vicentinischen bekannt sind.

C. Obere Nummulitenformation.

Nachdem Hébert und Renevier ihre oben (S. 27) erwähnten Beobachtungen über das von ihnen so genannte *terrain nummulitique supérieur* in den westlichen Alpen veröffentlicht hatten, trat E. Sismonda auf, und zeigte, dass im Ligurischen Apennine, bei Acqui, Dego und le Carcare eine noch jüngere Nummulitenbildung vorhanden sei, welcher daher jener Name eigentlich gebühre**).

Die in den genannten Gegenden des Bormidathales und auch anderwärts auftretenden Gesteine sind feine Sandsteine, Mergel und Serpentin-Conglomerate. Ihre organischen Ueberreste aber erinnern schon sehr an die miocäne Formation; denn unter 80 Species befinden sich nicht weniger als 38 miocäne (und oligocäne) Formen. Sismonda folgerte hieraus, dass die im Allgemeinen zwar eocäne Nummulitenformation wohl füglich in drei Abtheilungen zu

*) Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 23, 1864.

**) *Note sur le terrain nummulitique supérieur du Dego etc. Turin,* 1853.

bringen sei, was auch dem allmäligen Entwickelungsgange der Natur vollkommen entspreche, indem sich, während der gewiss sehr langen Periode ihrer Ausbildung, anfangs die vorzüglich charakteristische ältere Abtheilung, dann die den typischen Eocänbildungen von London und Paris analoge mittlere Abtheilung, und endlich hier und da die schon den untermiocänen Bildungen genäherte obere Abtheilung entwickelte.

## Zweites Kapitel.

## Einige Tertiärformationen in Frankreich.

### §. 442. *Eocäne Formation des Bassins der Seine.*

Die Tertiärbildungen des Seinebassins verdienen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit, weil von ihnen die Kenntniss der Tertiärformationen überhaupt ausgegangen ist. Eine über die Umgegend von Paris zuerst im Jahre 1808 veröffentlichte Arbeit von Cuvier und Al. Brongniart war es, in welcher die Geognosie der Tertiärformationen ihren Anfangspunkt und ihr eigentliches Fundament gefunden hat; sie bezeichnet eine Epoche in der Wissenschaft, denn mit ihr beginnt die Aera einer ganz neuen Entwickelung derselben.

Unsere Kenntniss der tertiären Formationen ist daher noch ziemlich neu, und hat überhaupt von Frankreich und von England aus ihren Anfang genommen. Die ersten Bildungen der Art wurden nämlich in den Umgebungen von Paris durch die beiden genannten berühmten Naturforscher genauer studirt, und zuerst in den *Annales du Museum d'histoire naturelle* vom Jahre 1808, in einer Abhandlung unter dem Titel: *Essai sur la géographie mineralogique des environs de Paris*, welche 1811 sehr bereichert selbständig erschien, dann aber noch ausführlicher in der, dem wichtigen Werke: *Recherches sur les ossemens fossiles* beigefügten *Description géologique des environs de Paris* beschrieben. Man erkannte dort über der Kreide eine Reihe von Ablagerungen, welche einen mehrmals wiederholten Wechsel von marinen und limnischen Bildungen darstellten, und dadurch, sowie durch ihren Reichthum an trefflich erhaltenen organischen Ueberresten, insbesondere auch an Knochen von Säugethieren, die grösste Aufmerksamkeit erregten. Es wurden daher diese Ablagerungen in paläontologischer Hinsicht mit einer bis dahin noch nicht vorgekommenen Gründlichkeit studirt, und es lässt sich wohl behaupten, dass die damalige Untersuchung der Pariser Tertiärformation den ersten Impuls zu der neueren, erstaunenswerthen Ausbildung der Paläontologie gegeben hat. Bald nach der ersten Bekanntwerdung der Arbeiten von Cuvier und Brongniart untersuchte Webster die im südlichen England über der Kreide vorkommenden Bildungen, und zeigte, dass solche nicht nur nach ihren Fossilien, sondern auch nach ihrem Wechsel von marinen und limnischen Schichten grosse Uebereinstimmungen mit den Pariser Bildungen erkennen lassen. Nachdem so in Frankreich und England ein Anfang gemacht worden war, wurden die Tertiärformationen nicht nur in diesen, sondern auch in anderen Ländern immer weiteren und gründlicheren Forschungen unterworfen, so dass sie gegenwärtig einen der wichtigsten und umfassendsten Gegenstände der Geognosie bilden.

Die tertiären Ablagerungen Nordfrankreichs begreifen das Bassin der Seine und Loire, werden aber nur östlich und westlich von secundären Formationen begränzt, während sie nördlich mit den Tertiärbildungen Belgiens und südlich

mit den Süsswasserbildungen des Centralplateau von Frankreich in Verbindung stehen. Sie bestehen aus mancherlei theils marinen, theils fluviomarinen und limnischen Schichten von Sand, Sandstein, Thon, Mergel, Kalkstein, Gyps und Braunkohle, welche zwar in petrographischer und paläontologischer Hinsicht eine bestimmte Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge zeigen, uns aber keineswegs berechtigen, dieselbe Lagerungsfolge als einen allgemein giltigen Typus für die Entwickelung aller Tertiärformationen zu betrachten *).

Dieses nordfranzösische Territorium der Tertiarformation bildet ein sanft undulirtes Plateau von etwa 400 Fuss mittlerer und 700 bis 800 Fuss grösster Erhebung, welches von der Seine, der Loire und von deren Zuflüssen durchschnitten wird, aber nur im Seine-Gebiete die eigentlich eocänen Bildungen verschliesst. Ganz allgemein lassen sich diese eocänen Schichten in drei grosse Gruppen bringen; es liegen nämlich von unten nach oben über einander:

I. Unterer Meeressand, oder *sables inférieurs*,
II. Grobkalk, oder *calcaire grossier*,
III. Mittlerer Meressand, oder *grès et sables moyens*,

Darüber folgen noch als oligocäne Bildungen:

IV. Süsswasserkalk und Gyps, oder *calcaire lacustre moyen*,
V. Oberer Meeressand, *grès et sables supérieurs* und
VI. Oberer Süsswasserkalk, *calcaire lacustre supérieur* **).

Schon d'Archiac rechnete mit der Mehrzahl der französischen Geologen diese beiden letzteren Gruppen zur mittleren oder miocänen Tertiärformation; auch schien Forbes nicht abgeneigt, sich dieser Ansicht anzuschliessen. Uebrigens darf man nicht glauben, diese verschiedenen Gruppen überall und in aller Vollständigkeit anzutreffen, was nur in gewissen Regionen des Bassins der Fall ist, während in anderen Regionen bald diese, bald jene Gruppe gänzlich vermisst oder doch nur in theilweiser Ausbildung angetroffen wird.

A. Eocäne Formation des Bassins der Seine.

I. Gruppe des unteren Sandes. Es ist diess dieselbe Gruppe, welche anfangs als die des plastischen Thones (*argile plastique*) aufgeführt wurde, weil die Ablagerungen eines solchen Thones gerade in der Umgegend von Paris einige Bedeutung gewinnen. Bei einem allgemeineren Ueberblicke des ganzen Bassins ergiebt sich jedoch, dass dieser plastische Thon im Vergleich zu den mächtigen Sand- und Sandsteinmassen, denen er eingeschaltet ist, nur eine untergeordnete Rolle spielt.

---

*) Dieser Irrthum, welchen d'Archiac als *une erreur profonde* bezeichnet, ist freilich anfangs vielfach begangen worden, indem man die bathrologische Reihenfolge des Bassins von Paris gleichsam als eine Schablone betrachtete, nach welcher die Natur alle Tertiärformationen gebildet habe; ein damals sehr verzeihlicher Irrthum, von dem man immer mehr zurückgekommen ist.

**) Bei der Bearbeitung dieses und des folgenden Paragraphen haben wir besonders den zweiten Band der *Histoire des progrès de la Géologie* und zahlreiche im *Bulletin de la société géologique de France* zerstreute Mittheilungen benutzt.

Diese Gruppe des unteren Sandes, oder des Sandes von Soissons (daher *étage suessonien* von d'Orbigny) besteht aus verschiedenen, doch vorherrschend aus sandigen Gesteinen, ist besonders im nördlichen Theile des Bassins entwickelt, verschmälert sich aber nach Süden, und erscheint daher nur wenig auf dem linken Ufer der Seine, während sie sich nach Norden an die gleichalten Bildungen von Belgien anschliesst.

Man unterscheidet jetzt in dieser Gruppe besonders folgende Etagen:

1. Sand und Süsswassermergel von Rilly,
2. Sand von Bracheux,
3. Plastischer Thon und Lignit,
4. Sand von Cuise-Lamotte.

Wir wollen jetzt diese verschiedenen Etagen genauer kennen lernen.

1. Sand und Süsswassermergel von Rilly.

Drouet machte zuerst im Jahre 1835 aufmerksam darauf, dass in der Gegend von Reims über der Kreide eine Ablagerung von Süsswasserkalkstein vorhanden sei. Dieses Vorkommen bei dem Dorfe Rilly-la-Montagne (1 Meile südlich von Reims) wurde im Jahre 1838 von Charles d'Orbigny genauer untersucht und beschrieben. Auf der Kreide liegen zunächst 2 Meter gelber, darüber 5 Meter weisser Sand, und endlich bis 2 Meter mächtig ein gelblicher Mergelkalkstein mit Land- und Süsswasser-Conchylien; höher aufwärts folgen die Thone mit Braunkohlen.

Diese interessante Thatsache, welche vermuthen liess, dass die Tertiärformation des Pariser Bassins stellenweise mit einer Süsswasserbildung beginne, wurde später besonders von Hébert sehr eifrig weiter verfolgt, und so stellte sich denn endlich das Resultat heraus, dass dieselben Schichten auch an sehr vielen anderen Orten angetroffen, und meist von Thon und Braunkohle, bisweilen aber auch von dem unteren marinen Sande überlagert werden, wodurch denn bewiesen war, dass sie wirklich die tiefste Etage der Pariser Tertiärformation darstellen.

Der Sand ist grösstentheils ein äusserst reiner, weisser Quarzsand, weshalb er sich ganz vorzüglich zur Glasfabrication eignet; seine Mächtigkeit steigt zuweilen bis auf 15 Meter; dennoch ist er ganz frei von organischen Ueberresten. Ueber ihm liegt der Kalkstein oder Mergel, welcher an einigen Punkten gleichfalls recht mächtig wird, (wie bei Mâchemont 10, bei Dormans sogar 15 bis 16 Meter), und fast an allen Orten Conchylien enthält, unter denen besonders *Physa gigantea* und *Paludina aspersa* sehr bezeichnend sind.

So findet sich diese Bildung ausser bei den bereits genannten Orten auch bei Hermonville, Trigny, Châlons-sur-Vesle, Toussicourt, Sermiers, Romeby, Damery, Fleury, Chauny u. s. w.; überhaupt erstreckt sie sich im nordöstlichen Theile des Bassins von Reims nach Guiscard, und von Sézanne nach Compiègne auf 115 Kilometer weit. Das Vorkommen bei Dormans unweit Epernay, zwischen Reims und Sézanne, verbindet diese beiden Linien, und beweist die Stetigkeit der Ausdehnung dieser Etage, welche nach ihrem ersten Fundorte die Etage von Rilly genannt zu werden pflegt.

Aus dem Kalksteine haben Michaud und de Boissy*) 39 Species von Conchylien beschrieben, von denen die folgenden besonders häufig vorkommen:

| | |
|---|---|
| *Physa gigantea Mich.* | *Cyclostoma Arnouldi Mich.* |
| *Paludina aspersa Mich.* | *. . . . . conoideum Boissy* |
| *. . . . Nystii Boissy* | *Helix hemisphaerica Mich.* |
| *Auricula Michelini Boissy* | *. . . Arnouldi Mich.* |
| *Valvata Leopoldi Boissy* | *Cyclas rillyensis Boissy* |

Die in demselben Kalksteine bei Sézanne gefundenen Pflanzenreste sind von Ad. Brongniart als ein paar Farnkräuter und als holzige Dikotyledonen erkannt worden.

2. Sand von Bracheux (*Glauconie inférieure d'Archiac*, *Sables du Soissonnais inférieurs Hébert*).

Die marinen Schichten, welche über dem Kalkstein von Rilly folgen, oder dort wo dieser fehlt, unmittelbar der Kreide aufliegen, sind es eigentlich, mit denen die regelmässige und ungestörte Entwicklung der Pariser Tertiärformation beginnt. Man pflegt sie gegenwärtig unter dem Namen *sables de Bracheux* zusammenzufassen, weil sie bei Bracheux unweit Beauvais besonders gut charakterisirt sind; man kennt sie aber auch bei Compiègne, Soissons, Reims, Epernay, Châlons-sur-Vesle, Brimont, Laon und an vielen anderen Orten, wie sie denn überhaupt im nördlichen Theile des Bassins eine grosse Verbreitung erlangen.

Es ist gewöhnlich ein grauer, feinkörniger, oft glimmeriger und glaukonitischer, mitunter eisenschüssiger Sand, welcher bisweilen mit dünnen Schichten eines weichen, thonigen Sandsteins wechselt; an einigen Orten wie bei Versigny (Aisne) und am Fusse des Berges von Laon geht er nach unten in ein eigenthümliches thonsteinähnliches Gestein über, welches mit dem in Belgien, genau in demselben Niveau vorkommenden sogenannten *tufeau de Lincent* identisch ist, und gleichwie dieser vielfach als Baustein gewonnen wird. Die Mächtigkeit dieser Etage ist oft ziemlich bedeutend; so schwankt sie bei Versigny und Guiscard zwischen 12 und 20 Meter, bei Châlons-sur-Vesle steigt sie bis 33, bei Brimont über 35 Meter, dagegen sinkt sie wieder anderwärts bis auf 10 und noch weniger Meter herab.

Nach oben wird dieser Sand in der Regel von den lignitführenden Thonen bedeckt, mit welchen er auch gewöhnlich verbunden ist, indem seine obersten Schichten schon viele brackische Conchylien enthalten, während die untersten Schichten der Lignitbildung oft noch einige marine Conchylien beherbergen; nur wo die Lignitbildung fehlt, wie bei Laon, folgt unmittelbar auf diese Etage der obere Sand des Soissonnais. Diese Verhältnisse sind ganz dieselben sowohl am Nordwestrande des Bassins von Compiègne nach la Fère, wie am Südostrande desselben von Sézanne nach Reims; auf beiden Seiten bedecken die Lignite mit ihren Thonen den unteren Meeressand oder auch den Rillykalkstein; und auf beiden Seiten ist die Lignitbildung mit diesem Meeressande paläontologisch verknüpft, während solches mit dem Kalksteine durchaus nicht der Fall ist, dessen mehr oder weniger unregelmässige Oberfläche vor der Ablagerung der Lignite sehr bedeutende Erosionen erlitten hatte.

*) De Boissy, in *Mém de la soc. géol.* [2], t. III, p. 265 ff.

Man kennt aus dieser Etage bereits viele Fossilien, von welchen besonders

| | |
|---|---|
| *Cyprina scutellaria Desh.* | *Corbula regulbiensis Morr.* |
| *Pectunculus terebratularis Lam.* | *Cardium plumsteadiense* Sow. |
| *Cytherea bellovacina Desh.* | *Cardita pectuncularis Desh.* |
| *Cucullaea crassatina Lam.* | *Teredina personata Desh.* |

sehr bezeichnend sind. Nach oben kommen oft schon viele Brackwasser-Conchylien vor, Species von *Cyrena, Cyclas, Neritina* und *Melanopsis*; auch haben sich Knochen von Schildkröten und von einem Säugethiere, nämlich von *Arctocyon primaevus Blainv.* gefunden, welches also das älteste Säugethier der Pariser Tertiärformation sein würde.

Anm. Im äussersten Norden des Bassins ist auch die unterste Etage der englischen Tertiärformation, der sogenannte Thanet-Sand vorhanden, welcher vielleicht als ein marines Aequivalent des Sandes von Rilly zu betrachten sein dürfte. Bei Calais ist dieser Sand 80 Fuss tief durchbohrt worden; zwischen St. Omer und Watten streicht er unter dem Londonthon zu Tage aus, ganz mit denselben Eigenschaften, wie bei Canterbury; bei Lille fand Meugy über der Kreide eine 15 bis 105 Fuss mächtige Ablagerung von dunkelgrauem bis schwarzem, sandigem, z. Th. glaukonitischem Thon, feinem Sand und kalkigen Mergeln mit Conchylien, darunter sehr vorwaltend die für den Thanet-Sand so bezeichnende *Cyprina Morrisii*; also gerade so wie im östlichen Theile von Kent, wo der Sand ebenfalls sehr thonig und dunkelgrau ist. Aus diesen Gegenden Frankreichs zieht sich der Thanetsand nach Belgien hinein *).

3. Plastischer Thon, Sand und Braunkohlen. (*Argile plastique et lignite*).

Diese Etage, in nationalökonomischer Hinsicht die wichtigste und auch in geologischer Hinsicht die interessanteste der ganzen Gruppe, beginnt gewöhnlich mit weissem oder grauem, bisweilen roth gestreiftem plastischem Thone, welcher mehr oder weniger Eisenkies, mitunter auch Gypskrystalle, aber keine organischen Ueberreste enthält. Darüber folgen Lager oder Stöcke von Braunkohle, deren oft zwei oder drei über einander liegen, welche durch Kohlenletten oder Muschelmergel getrennt werden, in denen auch bisweilen ganz oben eine dünne Lage von bituminösem Süsswasserkalkstein liegt. Endlich schliesst diese Etage mit gelblichen, blaulichen oder schwärzlichen unreinen Thonen (*Fausses glaises*), welche mit gleichfarbigen Sandschichten und mit Muschelbänken abwechseln, von denen die unteren besonders aus Cerithien und Cyrenen bestehen, die oberste dagegen von Austern, und namentlich von *Ostrea bellovacina* gebildet wird.

Die bathrologische Stellung dieser Etage fällt ganz entschieden über den Sand von Bracheux, und unter den Sand, welcher oftmals den Grobkalk unterlagert, wie solches zwischen Châlons-sur-Vesle und Chenay, zwischen Hermonville und Pouillon sehr deutlich zu beobachten ist. Wo aber der untere Sand fehlt, da liegt der plastische Thon mit den Ligniten entweder auf dem Kalkstein von Rilly, wie im östlichen Theile des Bassins, oder auch unmittelbar auf der Kreide, wie solches auf dem linken Ufer und anfangs auch auf dem rechten Ufer der Seine der Fall ist.

*) Prestwich, in *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 11, 1855, *p.* 211.

Die **Mächtigkeit** der Etage ist sehr schwankend, zumal dort, wo sie unmittelbar über der Kreide liegt, deren Oberfläche oft sehr bedeutende Abtragungen erlitten hatte, wodurch Vertiefungen und Erhöhungen entstanden waren, welche durch den Thon mehr oder weniger ausgeglichen worden sind. Die grösste Mächtigkeit von 54 Meter ist durch den Bohrbrunnen des Fort de Vincennes nachgewiesen worden; bei Epernay ist sie 22 Meter mächtig, während sie anderwärts bisweilen auf wenige Meter herabsinkt. Uebrigens gewinnt diese Etage nicht nur wegen ihrer Braunkohlen und Thone, sondern auch wegen ihres Einflusses auf die Wasserversorgung der betreffenden Gegenden eine grosse Wichtigkeit. Die Braunkohlen bilden oft nur stockförmige Lager, welche aber gewöhnlich in Thälern unbedeckt zu Tage austreten, und daher häufig durch Tagebau abgebaut werden.

Die in dieser Etage vorkommenden organischen Ueberreste charakterisiren sie als eine theils limnische, theils fluviomarine Bildung; einige der wichtigsten Conchylien sind:

| | |
|---|---|
| *Ostrea bellovacina Lam.* (ganz oben) | *Melanopsis buccinoidea Fér.* |
| *Cyrena antiqua Fér.* | *Paludina lenta Sow.* |
| . . . . *cuneiformis Fér.* | *Melania inquinata Defr.* |
| *Cerithium variabile Desh.* | *Physa columnaris Desh.* |
| . . . . . *funatum Mant.* | *Neritina globulus Defr.* |

Ausserdem kennt man auch Ueberreste von *Trionyx* und *Emys*, von Crocodilen, von *Anthracotherium*, *Lophiodon* und anderen ausgestorbenen Säugethieren.

Unmittelbar über der Kreide kommt mehrorts auf dem linken Ufer der Seine, wie bei Meudon, Bougival und Nemours ein Conglomerat vor, welches von Hebert noch zu dieser Etage gerechnet wird. Bei Nemours ist dieses Conglomerat 10 bis 12 Meter mächtig, und besteht aus Kieselgeröllen und kieseligem Cämente; es wird zunächst vom plastischen Thone bedeckt, über welchem dann sogleich der mittlere Süsswasserkalkstein folgt. Bei Meudon besteht es aus Geschieben von Kreide und Pisolithenkalk *), mit thonigem oder mergeligem Cämente, ist kaum ½ Meter mächtig, enthält aber Pflanzenreste, Süsswasserconchylien, Knochen von *Crocodilus depressifrons Blainv.* und von Säugethieren, namentlich von *Coryphodon anthracoideum Blainv.*, welches auch in den unteren Schichten bei Soissons vorkommt. Unmittelbar über diesem Conglomerate ist in der tiefsten Schicht des plastischen Thones die Tibia eines sehr grossen Schwimmvogels gefunden worden, welchen Hébert als ein ganz neues Genus unter dem Namen *Gastornis parisiensis* einführte **). Bei Bougival ist das Conglomerat ähnlich dem von Meudon, über zwei Meter mächtig, und wird zunächst von 1 Meter Sand, dann von 5 Meter eines grau und gelb marmorirten Thones mit zahlreichen krystallinischen Kalkconcretionen überlagert, worauf endlich der eigentliche plastische Thon folgt.

4. **Sand von Cuise-Lamotte** u. a. O. (*Sables du Soissonnais supérieurs, Hébert*).

Nach der Ablagerung des plastischen Thones und der Braunkohlen gewannen in einem grossen Theile des Bassins die **marinen** Gewässer abermals die Oberhand, und bedingten die Ablagerung derjenigen Sandbildung, welche nach dem Dorfe Cuise-Lamotte (bei Attichy, östlich von Compiègne) den Namen des

---

*) Vergl. Band II, S. 983 und 1041.

**) Hébert. *Comptes rendus*, *t.* 40, 1855. *p.* 579, und Owen, *Journ. of the géol. soc. vol.* 12, *p.* 216.

Sandes von Cuise erhalten hat. Sie lässt sich von dort aus bis nach Reims verfolgen, wo sie noch 10 Meter mächtig ist; dagegen fehlt sie in der Umgegend von Paris und im ganzen Vexin, wo überall der Grobkalk unmittelbar über dem plastischen Thone liegt.

Diese Sandablagerung, zu welcher auch die *lits coquilliers* d'Archiac's gehören, ist gewöhnlich nach unten gelb und glimmerig, nach oben glaukonitisch und grün, meist lose oder zerreiblich, enthält aber nicht selten sehr verschiedentlich gestaltete Concretionen von Sandstein, welche bisweilen in regellose, undulirte Schichten übergehen. Die Mächtigkeit ist verschieden, oft 20 bis 25 Meter, im Maximo wohl 45 Meter. Nach unten ist dieser Sand oft bis hoch hinauf ganz leer an organischen Ueberresten; allein bei Cuise, Aizy und anderen Orten kommen sehr viele Fossilien vor, unter welchen die nach oben oft äusserst zahlreichen Individuen von *Nummulites planulata* eine besondere Wichtigkeit erlangen, weil sie den ersten Nummulitenhorizont in der Eocänformation des Pariser Bassins bezeichnen.

Von diesen Fossilien, deren schon im Jahre 1855 an 570 Species bekannt waren, sind die folgenden besonders charakteristisch:

| | |
|---|---|
| *Nummulites planulata Lam.* | *Neritina conoidea Lam.* |
| *Alveolina oblonga d'Orb.* | *Solarium bistriatum Desh.* |
| *Crassatella ponderosa Nyst.* | *Bifrontia laudinensis Desh.* |
| *Cyrena Gravesi Desh.* | *Turritella imbricataria Lam.* |
| *Cytherea nitidula Lam.* | *Cerithium papale Desh.* |
| . . . . . *laevigata Lam.* | . . . . . *acutum Desh.* |
| *Cardita planicosta Desh.* | . . . . . *pyreniforme Desh.* |
| *Anomia tenuistriata Lam.* | . . . . . *breviculum Desh.* |
| *Dentalium abbreviatum Desh.* | *Voluta ambigua Sow.* |
| *Melanopsis Parkinsoni Desh.* | *Terebellum fusiforme Lam.* |

Anm. Eine der Basis dieser Etage entsprechende Ablagerung der englischen Tertiärformation, nämlich der Londonthon, ist zwar in dem eigentlichen Pariser Bassin nicht vorhanden, wohl aber, eben so wie der Thanetsand, an den Nordküsten Frankreichs bekannt; er findet sich unter dem Leuchtthurme Ailly bei Dieppe, und weiterhin bei Calais, Dünkirchen, Lille und Cassel; an letzterem Orte ist er über 400 Fuss mächtig, während er bei Lille 150, und bei Dieppe nur 50 Fuss stark ist.

II. Gruppe des Grobkalkes. Sie besteht aus Kalkstein, Mergel und Sand, und lässt sich in vier Etagen abtheilen, welche sehr wohl charakterisirt und meist leicht zu unterscheiden sind, obgleich die grösste Mächtigkeit der ganzen Gruppe in dem Striche von Mantes nach Laon nur 25 Meter beträgt, während sich dieselbe nach Osten und Westen auskeilt, nach Süden aber nicht über 3 lieues von Paris aufwärts erstrecken dürfte. Die einzelnen Etagen und Glieder zeigen oft eine sehr schwankende Mächtigkeit.

1. Unterer oder glaukonitischer Grobkalk; *calcaire grossier inférieur ou glauconie grossière*. Gewöhnlich besteht diese Etage nach unten, 1 bis 12 Meter mächtig, aus einem Gemenge von Quarzkörnern und Glaukonit, welche durch ein kalkiges Cäment locker verbunden sind, und ein förmliches Uebergangsgestein aus dem glaukonitischen Sande der vorhergehenden Gruppe in den eigentlichen Grobkalk bilden; innerhalb dieses lockeren, bald mehr sandigen,

bald mehr kalkigen Gesteins kommen hier und da knollige Concretionen eines festeren Kalksandsteins oder auch Kalkspathsandsteins vor. Höher aufwärts finden sich bei Creil, Pont-Saint-Maxence und andern Orten des Dep. der Oise, 2 bis 10 Meter mächtig, Schichten eines sehr weichen, gelben Kalksteins, oder, wie bei Gisors, eine Wechsellagerung von harten Kalksteinen mit sandigen Schichten. Im sogenannten Vexin français (nördlich von Paris) ist die ganze Etage als ein röthlicher, kalkiger und glaukonitischer, weicher Sandstein ausgebildet, während ihre obere Abtheilung im Osten bei Epernay als ein lockerer Kalksand, und mehrorts im Dép. der Oise als ein sandiger Dolomit erscheint. Besonders ausgezeichnet findet sich diese Etage bei Laon, Soissons, Noyon, Chaumont und anderen Orten der Dépp. der Oise und Aisne, wo sie 3 bis 20 Meter mächtig wird, während sie in der Nähe von Paris auf einige Decimeter reducirt und unmittelbar dem plastischen Thone aufgelagert ist.

Diese untere Etage des Grobkalkes, welche an vielen Orten mit einer an Geröllen, Fischzähnen, *Turbinolia elliptica* und *Lunulites urceolata* sehr reichen Gränzschicht beginnt, wird in paläontologischer Hinsicht ganz besonders durch Nummuliten charakterisirt, welche im Norden und Osten des Bassins, und namentlich bei Couzy, erstaunlich angehäuft sind. Nach unten walten vor:

| | |
|---|---|
| *Nummulites laevigata Lam.* | *Cardium gigas Defr.* |
| . . . . . . *scabra Lam.* | . . . . . *porulosum Lam.* |
| *Chama calcarata Lam.* | *Pecten solea Desh.* |

nach oben finden sich stellenweise:

| | |
|---|---|
| *Corbis pectunculus Lam.* | *Lucina gigantea Desh.* |
| . . . *lamellosa Desh.* | . . . *contorta Defr.* |

Sonach liefert diese Etage den zweiten Nummulitenhorizont des Pariser Bassins.

2. Mittler Grobkalk; *calcaire grossier moyen.* Gelblichweisse bis gelbe Kalksteine von sehr verschiedener Textur, Härte und sonstiger Beschaffenheit, bisweilen sandig durch Quarzkörner, manche Varietäten ganz erfüllt oder geradezu gebildet von organischen Ueberresten, wie die sogenannten Miliolitenkalksteine, welche gänzlich aus kleineren Foraminiferen bestehen. Die mittlere Mächtigkeit dieser Etage beträgt 10 bis 12 Meter, stellenweise steigt sie bis 20 Meter. Ihre Schichten sind ausserordentlich reich an Fossilien; die untersten sind besonders durch Steinkerne von *Cerithium giganteum* ausgezeichnet; die obersten Schichten sind ärmer an Fossilien.

Besonders charakteristisch für diese, namentlich bei Grignon, Damery und Parnes sehr fossilreiche Etage sind folgende Formen:

Korallen und Bryozoën.

*Turbinolia crispa Lam.*
. . . . . *sulcata Lam.*
*Astraea hystrix Defr.*
*Larvaria articulata Defr.*
*Hornera hippolithus Defr.*

Foraminiferen.

*Ovulites margaritula Lam.*
*Orbitolites complanata Lam.*
*Peneroplis opercularia d'Orb.*
*Alveolina Boscii d'Orb.*
*Globulina gibba d'Orb.*
*Fabularia discolithes Defr.*
*Orthocerina clavulus d'Orb.*
*Spirolina cylindracea Lam.*
*Valvulina triangularis d'Orb.*
*Rotalina trochiformis d'Orb.*
*Biloculina bulloides d'Orb.*
*Spiroloculina perforata d'Orb.*

*Triloculina trigonula d'Orb.*
...... *oblonga d'Orb.*
...... *communis Desh.*
*Quinqueloculina saxorum d'Orb.*

Echiniden.

*Scutellina lenticularis Ag.*
..... *placentula Ag.*
*Cassidulus patellaris Ag.*
...... *complanatus Lam.*
*Pygorhynchus grignonensis Ag.*
*Echinolampas similis Ag.*

Conchiferen.

*Teredina personata Lam.*
*Crassatella plumbea Desh.*
*Corbis lamellosa Lam.*
*Lucina gigantea Desh.*
.... *concentrica Lam.*
.... *mutabilis Lam.*
.... *sulcata Lam.*
*Cardita planicosta Blainv.*
.... *imbricata Desh.*
.... *angusticostata Desh.*
*Cardium gigas Defr.*
*Pecten plebejus Lam.*
*Venus texta Lam.*
... *scobinellata Lam.*
*Pectunculus pulvinatus Lam.*
*Arca biangula Lam.*
... *angusta Lam.*
... *scapulina Lam.*
*Lima bulloides Lam.*
*Ostrea cymbula Lam.*

Gastropoden.

*Dentalium strangulatum Desh.*
*Melania costellata Lam.*
.... *lactea Lam.*
.... *marginata Lam.*
*Solarium patulum Lam.*
*Solarium plicatum Lam.*
*Bifrontia bifrons Desh.*
..... *serrata Desh.*
*Turritella imbricataria Lam.*
..... *sulcata Lam.*
..... *terebellata Lam.*
*Cerithium giganteum Lam.*
..... *serratum Lam.*
..... *lamellosum Brug.*
..... *nudum Lam.*
*Pleurotoma brevicauda Desh.*
...... *lineolata Lam.*
...... *granulata Lam.*
...... *filosa Lam.*
...... *undata Lam.*
...... *bicatena Lam.*
*Fusus Noae Lam.*
... *rugosus Lam.*
*Murex tricarinatus Lam.*
.... *tubifer Lam.*
*Voluta cithara Lam.*
.... *costaria Lam.*
.... *harpula Lam.*
.... *spinosa Lam.*
.... *muricina Lam.*
*Mitra labratula Lam.*
... *terebellum Lam.*
... *elongata Lam.*
*Marginella eburnea Lam.*
..... *ovulata Lam.*
*Terebellum convolutum Lam.*
*Natica epiglottina Lam.*
*Conus deperditus Lam.*
*Calyptraea trochiformis Lam.*

Anneliden.

*Serpula variabilis Defr.*
.... *cristata Defr.*
*Siliquaria lima Defr.*
..... *echinata Defr.*

3. Oberer Grobkalk oder Cerithienkalk; *calcaire grossier supérieur.* Ein dünnschichtiger, oft sogar plattenförmiger, gelblichweisser bis gelber, bald fester, bald lockerer Kalkstein, welcher vorzugsweise sehr viele Cerithien enthält. Gewöhnlich ist diese Etage nur 2 bis 3, bei Aubigny 5, bei Vauciennes 7 Meter mächtig, und am besten entblöst nördlich von Senlis. In den östlichen Gegenden des Bassins, bei Damery, Fleury, Hermonville (unweit Reims und Epernay) wird sie wesentlich von Sand gebildet.

Fossilien sind nicht in grosser Anzahl der Geschlechter und Arten, aber in ausserordentlicher Menge der Individuen vorhanden, und die folgenden besonders charakteristisch:

| | |
|---|---|
| *Lucina saxorum Lam.* | *Cerithium cristatum Lam.* |
| *Turritella fasciata Lam.* | . . . . . . *Prevosti Desh.* |
| *Natica mutabilis Desh.* | . . . . . . *Gravesi Desh.* |
| *Cerithium lapidum Lam.* | . . . . . . *denticulatum Lam.* |
| . . . . . . *echidnoides Lam.* | . . . . . . *angulosum Lam.* |
| . . . . . . *cinctum Brug.* | *Cyclostoma mumia Lam.* |

4. Mergel; *marnes, Caillasses.* Diese besonders in den Départements der Aisne und Oise entwickelte Etage schliesst sich unmittelbar an den oberen Grobkalk an, unterscheidet sich aber durch ihre Beschaffenheit, indem sie nach unten aus Sand, röthlichem Kalkstein und Mergeln, nach oben aus weissen, kreideähnlichen Mergeln (*tripoli de Nanterre*), aus einigen Thonschichten und aus gelblichen bis weissen, meist kieseligen und oft mit Hornsteinlagen wechselnden Kalksteinen besteht. Ihre Mächtigkeit ist verschieden; nach Michelot höchstens 8 Meter, bisweilen wohl grösser.

Die, fast nur auf die unteren Schichten beschränkten Fossilien sind theils brackische theils limnische Formen, und die häufigsten Species:

| | |
|---|---|
| *Cerithium lapidum Lam.* | *Cyclostoma mumia Lam.* |
| . . . . . . *echidnoides Lam.* | *Paludina pusilla Desh.* |
| . . . . . . *pleurotomoides Lam.* | *Corbula anatina Lam.* |

Anm. Michelot bemerkt, dass man, von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus, den Grobkalk in zwei Sectionen theilen könne, von welchen die untere die rein marinen beiden ersteren Etagen, die obere dagegen die schon entschieden brackischen beiden letzteren Etagen begreifen würde. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 1345. Deshayes unterscheidet nur unteren, mittleren und oberen Grobkalk.

III. Gruppe des mittleren Meeressandes. Diese Gruppe, welche auch oft unter dem Namen *grès de Beauchamp* aufgeführt wird*), ist von Epernay (Marne) bis an die Gränze der Departements der Eure und unteren Seine an vielen Punkten bekannt, und bei la Ferté-sous-Jouarre, sowie bei Pavant am schönsten zu beobachten, bei welchem letzteren Orte in der Schlucht von Pisseloup eines der vollständigsten Profile der ganzen Eocänformation vorliegt. Auch bei Château-Thierry, bei Neuilly und la-Ferté-Milon im Thale des Ourcq, bei Villerts-Cotterets u. a. O. ist die Gruppe trefflich entblöst**).

Sie besteht wesentlich aus weissem oder doch hellfarbigem Quarzsand, welcher häufig Bänke oder Blöcke von Sandstein umschliesst, mehr oder weniger reich an Fossilien ist, und nach oben gewöhnlich von einigen Kalksteinschichten bedeckt wird. Die Mächtigkeit der ganzen Gruppe ist sehr schwan-

*) D'Archiac, welcher im Jahre 1837 zuerst die Benennung *grès et sables moyens* vorschlug, verwirft den Namen *grès de Beauchamp*, als sehr unzweckmässig; auch Goubert bemerkt, dieser Name sei eigentlich nicht sehr bezeichnend, weil die Sandbildung gerade bei Beauchamp nur wenig entblöst ist; passender sei der Name *sables parisiens moyens. Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, 1860, *p.* 141.

**) Mit dieser Gruppe endigt diejenige Schichtenreihe, welche als das Aequivalent der Nummulitenbildung Südeuropas zu betrachten ist. Während dort auf dem Grunde des Meeres die Flyschbildung zur Entwickelung gelangte, scheint sich im Seinebassin die folgende Gruppe des Süsswasserkalksteins gebildet zu haben.

kend, beträgt häufig 20 bis 30 Meter, steigt bei Haramont bis zu 50 Meter und darüber, während sie in der Umgegend von Paris auf zwei bis 14 Meter herabsinkt.

Als besonders wichtige Leitfossilien nennt d'Archiac die folgenden Species:

*Anthophyllum distortum Mich.*
*Dendrophyllia cariosa Mich.*
*Astraea cylindrica Defr.*
. . . . . *panicea Mich.*
*Gemmipora asperrima Mich.*
*Heliopora deformis Mich.*
*Madrepora Solanderi Defr.*
*Palmipora Solanderi Mich.*
*Nummulites variolaria d'Orb.*
*Corbula angulata Lam.*
*Cyrena deperdita Desh.*
*Cytherea elegans Lam.*
. . . . . *cuneata Desh.*
*Venus solida Desh.*
*Venericardia complanata Desh.*
*Pectunculus depressus Desh.*
*Ostrea cucullaris Lam.*
. . . . *arenaria Desh.*
*Trochus patellatus Desh.*
. . . . . *monilifer Lam.*
*Cerithium pleurotomoides Lam.*
. . . . . . *thiarella Desh.*
. . . . . . *Hericarti Desh.*
. . . . . . *mutabile Lam.*
. . . . . . *Cordieri Desh.*
*Fusus subcarinatus Lam.*
. . . . *minax Lam.*
*Voluta labrella Lam.*
*Oliva Laumontiana Lam.*
*Portunus Hericarti Desm.*

Nach Deshayes und Goubert lassen sich in dieser Gruppe folgende drei Etagen unterscheiden.

1. Untere Etage. Sie ist meist über den fluviomarinen Mergeln, selten unmittelbar über dem eigentlichen Grobkalke abgelagert, und besonders ausgezeichnet durch den fragmentaren, abgerollten und abgescheuerten Zustand ihrer Fossilien, durch die Menge von Kalksteingeschieben, welche theils aus der Kreide, theils aus dem Grobkalke stammen, durch die zahllosen Nummuliten (*Nummulites variolaria*), welche stellenweise das ganze Gestein bilden, und durch die vielen Korallen, welche in ihr vorkommen.

Von diesen Korallen nennt Goubert: *Dendrophyllia cariosa Mich.*, *Lithodendron irregulare Mich.*, *Anthophyllum distortum Mich.*, *Astraea panicea Mich.*, *Agaricia infundibuliformis Mich.*, *Madrepora Solanderi Defr.*, *Porites Deshayesiana Mich.* und *Palmipora Solanderi Mich.*

Eine besondere Wichtigkeit erlangt diese Etage deshalb, weil sie den dritten und letzten Nummulitenhorizont der Pariser Tertiärformation bildet.

2. Mittlere Etage. Sie besteht gleichfalls nach unten aus Sand, welcher abwärts arm, aufwärts reich an Fossilien ist; aber diese Fossilien sind niemals abgerollt und zerbrochen, Geschiebe und Korallen kommen nur selten, Nummuliten gar nicht mehr vor; weiter oben stellen sich Sandsteine ein, in krummflächigen Nieren oder in stetigen Schichten, welche bei Beauchamp, Attainville und anderen Orten gewonnen werden; zuletzt folgen sandige feste Kalksteine, die bei Lisy, Etrépilly, Jaignes gebrochen und sehr geschätzt werden.

Im Sande finden sich besonders Conchiferen, zumal *Psammobia nitida Desh.*, *Diplodonta bidens Desh.*, *Cyrena deperdita Desh.*, *Lucina saxorum Lam.*, doch auch *Cerithium mutabile Lam.*, *C. tuberculosum Lam.*; die Kalksteine sind sehr reich an *Cytherea elegans Desh.*, *Melania hordacea Lam.*, *Cerithium Bouei Desh.* und *C. scalarioides Desh.*

3. Obere Etage. Gewöhnlich ein sehr feiner, thoniger Sand, welcher jedoch bei Paris sehr kalkig wird, und bei Nogent-sur-Marne (Seine), sowie bei Attainville (Seine et Oise) ein förmlicher Kalkmergel geworden ist. In dieser Etage hat de Raincourt bei Verneuil fast 300 Species von Fossilien gefunden.

Als besonders charakteristische Formen nennt Goubert die folgenden Species: *Avicula fragilis Defr.*, *Nucula deltoidea Lam*, *Cytherea deltoidea Lam.*, *Corbula angulata Lam.*, *Dentalium coarctatum Lam.*, *Cerithium Cordieri Desh.*, *C. Roysi Desh.*, *C. tricarinatum Lam.*, *C. pleurotomoides Lam.*, *Fusus polygonus Lam.* und *Fusus subcarinatus Lam.*

Die ganze Gruppe hat noch sehr viele Species mit dem Grobkalke gemein, zeigt aber schon stellenweise ganz oben limnische Conchylien, was auf einen Uebergang in die weiter aufwärts folgenden Bildungen hindeutet.

## §. 443. *Oligocäne Formation des Bassins der Seine.*

Nachdem durch Deshayes die gänzliche Verschiedenheit der Fauna, und durch Hébert die gänzliche Verschiedenheit des Verbreitungsgebietes der *sables supérieurs* (oder des Sandes von Fontainebleau) von der Fauna und dem Verbreitungsgebiete des Grobkalkes und der *sables moyens* nachgewiesen worden war, während sich dieselben Verschiedenheiten auch in Betreff der wirklich miocänen Bildungen Frankreichs herausstellen, so musste wohl die von den genannten beiden Forschern ausgesprochene, und schon früher von Beyrich geltend gemachte Ansicht sehr plausibel erscheinen, dass die *sables supérieurs* eine selbständige Abtheilung der Tertiärformationen repräsentiren, für welche Beyrich den Namen oligocäne Formation vorgeschlagen hatte*).

Man konnte nur noch darüber zweifelhaft bleiben, ob die unter und über den *sables supérieurs* liegenden beiden Süsswasserbildungen gleichfalls der oligocänen Formation beizurechnen seien, oder ob es nicht naturgemässer sein würde, die erstere noch in die eocäne, und die letztere in die miocäne Periode zu verweisen. Wenn nun aber schon der Umstand, dass bisweilen der Kalkstein von Brie (eines der obersten Glieder der unteren Süsswasserbildung) nach oben, und eben so der Kalkstein von Beauce (das Hauptglied der oberen Süsswasserbildung) nach unten durch Wechsellagerung mit den *sables supérieurs* verbunden ist, für ihren oligocänen Charakter zu sprechen schien, so dürfte wohl für die untere Süsswasserbildung jeder Zweifel beseitigt sein, seitdem in neuerer Zeit durch Goubert innerhalb der Gypsbildung einzelne Schichten mit marinen Conchylien nachgewiesen worden sind, welche die *sables supérieurs* charakterisiren**). Durch diese Beobachtung wurde die Annahme Beyrichs bestätigt, dass die untere Süsswasserbildung schon in die oligocäne Formation zu stellen sei. Da nun die unzweifelhaft miocänen

*) Dieser Ansicht gemäss hat auch G. Leonhard, in der zweiten Auflage seiner Grundzüge der Geognosie, die mittlere Süsswasserbildung und den Sandstein von Fontainebleau als oligocäne Bildungen aufgeführt; a. a. O. S. 312.

**) *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, 1860, *p.* 342, und Deshayes *Descr. des animaux sans vertèbres etc. tome* II, 1864, *p.* 165.

Schichten der Touraine mit übergreifender und ganz unabhängiger Lagerung **über der oberen** Süsswasserbildung liegen, so möchte diese letztere ebenfalls noch in die oligocäne Periode zu verweisen sein.

Wir erinnern nochmals daran (vergl. Bd. II, S. 782), dass unseren Formationsgränzen in der Natur **keine scharfen** Demarcationslinien entsprechen, am wenigsten da, wo die Formationen über einander in stetiger Folge mit concordanter Lagerung zur Ausbildung gelangt sind. Desungeachtet aber bleibt eine Unterscheidung der Formationen der Erdkruste für die Geognosie eben so nothwendig, wie für die Physik eine Unterscheidung der Farben des Spectrums, obgleich die Abgränzung der unterschiedenen Glieder in beiden Fällen mehr oder weniger unsicher ist. Der allmälige Entwickelungsgang der Natur bringt das so mit sich. Daher kann auch der Umstand, dass **unter** dem Gypse noch einige Schichten mit Conchylien des Grobkalkes vorkommen, während doch in der Hauptsache schon Alles den Charakter einer Süsswasserbildung an sich trägt, die oben ausgesprochene Folgerung nicht entkräften. An der Basis der mittleren Süsswasserbildung befinden wir uns eben auf der **Schwelle** zweier ganz verschiedener Formationen.

Sonach würde die Oligocänformation des Pariser Bassins in folgende drei Gruppen zerfallen:

I. Mittlere Süsswasserbildung und Gyps; *calcaire lacustre moyen.*

II. Oberer Meeressand; *grès et sables supérieurs.*

III. Obere Süsswasserbildung; *calcaire lacustre supérieur.*

Diese Gruppen wollen wir nun der Reihe nach in Betrachtung ziehen.

I. **Gruppe des mittleren Süsswasserkalksteins und Gypses***).

Diese Gruppe nimmt einen Raum ein, welcher ungefähr ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck bildet, dessen Basis sich in ostwestlicher Richtung von Reims (Marne) bis nach Louvier (Eure) 56 lieues weit erstreckt, während seine Spitze 36 lieues weiter südlich bei Château-Landon (Seine et Marne) liegt, so dass der Flächeninhalt des Landsees, in welchem die Schichten der Gruppe gebildet wurden, etwa 1000 Quadrat-lieues beträgt Die Stadt Paris liegt ziemlich in der Mitte dieses Dreieckes, in dessen östlichem Theile, in den Départements der Marne und Aisne, die ganze Gruppe ihre grösste Mächtigkeit von 85 bis 90 Meter erreicht. Obgleich nun die Schichten dieser Gruppe einestheils sehr verschieden, anderntheils aber, auch bei verschiedenem Niveau, einander oft sehr ähnlich, und überhaupt nur durch wenige Arten von organischen Ueberresten ausgezeichnet sind, so lassen sie sich doch nach d'Archiac in 5 Etagen sondern, welche aber keineswegs überall vollständig vorausgesetzt werden dürfen.

1. **Mergel und Kalkstein**; (**Kalkstein von St. Ouen**, *marnes et calcaires*). Im Osten bei Reims mit grünlichen, weissen oder rothen Mergeln beginnend, besteht diese Etage hauptsächlich aus graulichweissen oder gelblichweissen bis hellgrauen und gelben, weichen, mergeligen, bald dünnschichtigen, bald undeutlich geschichteten, bisweilen mit Hornstein- oder Flintnieren erfüllten Kalksteinen, welche 15 bis 20 Meter mächtig über dem Sande von Beau-

*) Die Bezeichnung **mittlerer** Süsswasserkalkstein hat d'Archiac mit Hinblick auf den unteren Kalkstein von Rilly gewählt.

champ liegen. Im Dép. der Seine und Marne sind es dagegen harte, dichte, gelbe und bisweilen braune, zellige oder tubulose Kalksteine, welche bei Moret und Melun über 40 Meter stark werden.

Ueberall aber sind es besonders *Limnaea longiscata, Cyclostoma mumia, Planorbis rotundatus* und *Paludina pusilla*, welche zugleich mit den Früchten von *Chara medicaginula* diese Etage charakterisiren; hier und da kennt man auch Ueberreste von *Palaeotherien* und *Anoplotherien*. Hierher gehört auch der bekannte kreideähnliche Kalkstein von St. Ouen, nahe nördlich bei Paris, welcher dort sehr verbreitet, und meist 7 bis 10 Meter mächtig ist; die Mergel enthalten bisweilen Knollen von Menilit und Schwimmstein. Nach Ch. d'Orbigny finden sich in diesem, unter dem Gypse liegenden Systeme von Mergeln stellenweise marine Schichten eingeschaltet, mit *Pholadomya ludensis, Corbula gallica, Fusus bulbiformis*. Dasselbe ist nach Hébert auch bei Brie-sur-Marne der Fall, wo der Gyps durch Travertin ersetzt wird, und wo über dem Kalkstein von St. Ouen ein 10 Meter mächtiges Schichtensystem von weissen und grauen, nach oben grünlichgelben Mergeln und etwas Schieferthon und Sand liegt, in welchem *Pholadomya ludensis, Corbula, Cerithium* und andere Conchylien vorkommen; also ein marines Zwischenglied, wie es auch an anderen Orten bei Paris sowie bei Ludes und Verzenay unweit Reims bekannt ist.

2. Gyps und Gypsmergel; *gypse et marnes gypseuses*. Gelblichweisser bis lichtgelber, feinkörniger oder dichter Gyps, oft mit lagenweise eingewachsenen grösseren Gypskrystallen, bald rein, bald als Gypsmergel ausgebildet erscheint in Lenticularstöcken, welche gewöhnlich 5 bis 8, selten 10 bis 15 Meter Mächtigkeit erlangen, und von Château-Thierry über Meaux und Paris bis nach Versailles und Longjumeau in grosser Anzahl vertheilt sind. In der Mitte des Bassins, und namentlich am Montmartre in Paris, gewinnt der Gyps eine sehr bedeutende Entwickelung; er besteht dort nach unten aus einem Wechsel von Gyps (mit den bekannten linsenförmigen Zwillingskrystallen), von Klebschiefer mit Menilitknollen, und von Kalkmergel; nach oben ist es eine ziemlich reine, fast 20 Meter mächtige Gypsmasse, welche in ihren mittleren Theilen eine sehr auffällige säulenförmige Zerklüftung zeigt.

In diesem Gypse kommen die vielen Knochen von *Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon, Chaeropotamus, Dichobune* und anderen ausgestorbenen Säugethieren, von Vögeln, Reptilien und Fischen vor, welche Cuvier in seinem berühmten Werke beschrieben hat. Bei Montmorency hat Desnoyers innerhalb des Gypses auf sechs verschiedenen, durch schmale Mergellagen bezeichneten Schichtenwechseln viele Fussstapfen von Paläotherien, Anoplotherien, Raubthieren, auch bis 20 Centimeter lange Fusstapfen von Vögeln entdeckt, welche, wie gewöhnlich, auf der Oberfläche der Schichten vertieft, auf der Unterfläche derselben als Abgüsse en *relief* erscheinen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 16. Eben so interessant sind die Beobachtungen von Goubert, welcher bei Argenteuil unweit Versailles in denen dem Gypse eingelagerten schmalen Mergelschichten, bis zu 9 Meter über der Grundfläche des Gypses, also z. Th. tief unten, mehre Conchylien der *sables supérieurs*, z. B. *Lucina Heberti, L. squamosa, Corbula subpisum, Corbulomya Nystii* und *Cerithium plicatum* nachgewiesen hat. Da übrigens der Gyps nur in einzelnen Stöcken abgelagert ist*), so kommt auch häufig die erste Etage mit der folgenden in unmittelbare Berührung.

*) Wie diess noch neuerdings von Delesse hervorgehoben wurde, in *Comptes rendus*, *t.* 52, 1861, *p.* 912 f.

An manchen Punkten wird der Gyps durch Travertin oder Süsswasserkalkstein ersetzt. Gleichwie diess nicht selten nur theilweise, entweder nach unten oder nach oben der Fall ist, so findet sich nach Hébert ein Beispiel von vollständiger Vertretung bei Champigny östlich von Paris, wo dieser Travertin gegen 25 Meter mächtig ist, in mehren Steinbrüchen gewonnen wird, und durch seine Einlagerung zwischen dem Kalkstein von St. Ouen und den Mergeln der folgenden Etage als das unzweifelhafte Aequivalent des Gypses charakterisirt ist. Hébert, in *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, *p.* 800 f.

3. Mergelige Kalksteine und grüne Mergel; *marnes vertes et calcaires marneux.* Ueber dem Gypse liegen gewöhnlich dünnschichtige, oft noch gypshaltige weisse Mergel, welche da, wo der Gyps fehlt, in grünliche oder blaue, sehr harte mergelige Kalksteine oder in weisse compacte Mergel mit Menilitknollen übergehen. Darüber liegen grüne oder blaulichgraue Mergel, welche mit grosser Beständigkeit fast überall in demselben Niveau vorkommen, und durch die bekannten Nieren von feinkörnigem Strontianit ausgezeichnet sind.

Diese Lagerungsfolge der weissen und der grünen Mergel, welche letztere bei Champigny 4, an der Butte de Chaumont 5 Meter mächtig sind, ist in der Umgebung von Paris überall dieselbe. Die weissen Mergel sind oft reich an *Limnaea strigosa Brong.*, *Planorbis lens Brong.*, *Cyclostoma truncatum Brard*, *Cyrena convexa Héb.*, *Paludina pusilla* und Charakörnern.

4. Kieselkalkstein und Mergel; Kalkstein von Brie, *calcaire marneux avec silice et marnes.* Diese Etage ist es, welche auch oft unter dem Namen *calcaire de Brie* oder *de la Brie* aufgeführt wird, weil sie in der Landschaft la Brie, südöstlich von Paris sehr verbreitet ist. Sie besteht hauptsächlich aus einem graulichweissen, im Bruche matten Kalksteine mit zahlreichen abgeplatteten Nieren von grauem, braunem oder blaulichem, auch gelbem oder rothem Hornstein und Chalcedon, die oft allmälig in den Kalkstein verfliessen. Darüber liegen weisse, graue oder grünliche Mergel, welche bei Champigny und Coulommiers eine 5/4 Fuss starke Schicht Magnesit enthalten. Ihre Mächtigkeit beträgt an der Butte de Chaumont nur 1½, bei Champigny 10 bis 15 Meter, während sie anderwärts bis 20 und 30 Meter steigt.

Die petrographische Aehnlichkeit dieser Etage mit dem weit höher liegenden Kalkstein de Beauce ist oft ausserordentlich gross. Von Fossilien findet sich nach d'Archiac sehr häufig *Limnaea longiscata;* Hébert giebt noch ausserdem *Limnaea obtusa Brard*, *L. cornea Brong.*, *Planorbis subangulatus Desh.*, *P. Prevostinus Desh.* und *P. cornu Brong.* an.

5. Mühlsteinquarz und Thon; *meulière et argile.* Dufrénoy hat gezeigt, dass der berühmte Mühlsteinquarz von la Ferté-sous-Jouarre als das oberste Glied dieser Gruppe zu betrachten ist. Derselbe bildet grosse, unregelmässige Concretionen und unstetige Bänke innerhalb eines braunen, gelben oder rothen sandigen Thones, und scheint überhaupt nur im östlichen und nordöstlichen Theile des ganzen Bassins vorzukommen. Seine Bedeckung durch die *sables supérieurs* ist nur an wenigen Punkten bei Ferté-sous-Jouarre, Flagny und Fère zu beobachten. Bei Châteou-Thierry beträgt die Mächtigkeit dieser Etage nur Meter.

II. Gruppe des oberen Meeressandes; *grès et sables supérieurs.*

Diese Gruppe verbreitet sich über einen sehr grossen Raum von Norden nach Süden und von Osten nach Westen; namentlich ist es der eigentliche Sand, welcher weit über die Gränzen des Gebietes der Eocänformation hinausgreift, und die auffallende Verschiedenheit der Bildungsräume erkennen lässt, innerhalb welcher einerseits die eocänen, und anderseits die oligocänen Schichten der Pariser Tertiärformation abgelagert worden sind. Nach d'Archiac lässt sich die Gruppe in die drei Etagen der marinen Mergel, des Sandes mit Conchylien, und des Sandsteins von Fontainebleau zerfällen.

1. Mergel mit Austern; *marnes marines.* Diese, meist nur einige Meter mächtige Etage wurde anfangs noch zu der vorhergehenden Gruppe gerechnet, später jedoch zweckmässigerweise mit der gegenwärtigen Gruppe vereinigt. Sie verbreitet sich nach Süden, beständig unter dem oberen Sande liegend, bis nach Château Landon, 17 lieues von Paris, während sie 10 lieues nördlich, östlich und westlich von Paris nicht mehr vorhanden zu sein scheint. Ihre Gesteine sind wesentlich grüne oder gelbliche Thonmergel und Thone, welche zum Theil sandig oder auch kalkig werden, und bisweilen in dichte Kalksteine übergehen.

Diese Mergel werden ganz besonders durch

*Ostrea longirostris Lam.* *Ostrea cyathula Lam.* und
. . . . *callifera Lam.* *Natica crassatina Desh.*

charakterisirt, welche oft sehr zahlreich vorkommen, weshalb die Mergel selbst unter dem Namen der Austermergel aufgeführt worden sind.

2. Sand mit Conchylien; *sables et bancs de coquilles.* Die Verbreitung dieser Etage ist weit bedeutender, als die der Austermergel. Von Paris nach Nordosten über Dammartin bis Villers-Cotterets und Fère-en-Tardenais, und von letzterer Stadt 35 lieues weit nach Westen bis Montjavoult bildet der Sand meist nur einzelne Kuppen und Rücken; bei Paris selbst ist er vorhanden, sowie westlich bei Versailles und Montmorency; nach Süden gewinnt er bei Etampes, Fontainebleau und Nemours eine mehr stetige Ausdehnung bis nach Château-Landon und Boulay; nach Südwesten endlich überschreitet er die Wasserscheide zwischen der Seine und Loire, und verbreitet sich weithin in derselben Richtung.

Diese Sandbildung besteht sehr vorwaltend aus hellfarbigem Quarzsand, welcher bisweilen (wie bei Etampes) so rein und weiss ist, dass er zur Glasfabrication benutzt werden kann; oftmals ist er aber durch Eisenoxydhydrat gelb, bisweilen auch durch Eisenoxyd roth gefärbt, wie bei Romainville. Nicht selten geht der lose Sand durch Aufnahme eines thonigen, kalkigen oder kieseligen Bindemittels in Sandstein über, welcher theils Schichten, theils grössere und kleinere, ganz unregelmässige Concretionen bildet, die bisweilen sehr eisenschüssig sind. Bekannt sind die in diesem Sande vorkommenden Krystallgruppen von sandigem Kalkspath, und die gleichfalls durch kohlensauren Kalk gebildeten kugeligen und traubigen Concretionen, welche letztere bis 83 Procent Quarzsand enthalten. Stellenweise sollen sich auch nach unten einige Schichten von Kalkstein finden.

Die Mächtigkeit der Sandablagerung ist sehr verschieden; bei Villers-Cotterets beträgt sie 12 bis 13, bei Fère-en-Tardenais 15 Meter; an der Südgränze des Bassins, bei Boulay, Lorrez und Buteau sinkt sie bis auf 6 und 8 Meter herab, während sie bei Triel 30, endlich (jedoch einschliesslich des Sandsteins) bei Etampes 35, und bei Mondeville sogar 70 Meter erreicht.

Diese Etage ist zwar bisweilen leer oder sehr arm an Fossilien; auch sind solche oft nur als Steinkerne und Abdrücke erhalten; an einigen Orten jedoch, wie bei Jeurre, Etampes, Etrechy, Ormoy, Romainville und Ormesson unweit Nemours finden sich, zumal nach unten und oben, viele wohlerhaltene Fossilien, von denen wir nur die folgenden Species namhaft machen wollen:

| | |
|---|---|
| *Corbula striata Lam.* | *Xenophora Lyelliana Bosq* |
| . . . . . *subpisum d'Orb.* | *Natica crassatina Desh.* |
| *Cytherea incrassata Sow.* | *Deshayesia cochlearia Héb.* |
| *Cyrena semistriata Desh.* | *Chemnitzia semidecussata d'Orb.* |
| . . . . *convexa Héb.* | *Cerithium plicatum Brug.* |
| *Lucina striatula Nyst* | . . . . . . *trochleare Lam.* |
| . . . . *Heberti Desh.* | *Voluta Rathieri Héb.* |
| *Cardium Raulini Héb.* | . . . . *suturalis Nyst* |
| *Pectunculus angusticostatus Lam.* | *Buccinum Gossardi Nyst* |
| . . . . . . . *obovatus Lam.* | *Fusus elongatus Nyst* |
| *Ostrea cyathula Lam.* | *Pleurotoma belgica Goldf.* |
| . . . . *longirostris Lam.* | . . . . . . . *costellaria Duch.* |
| *Dentalium Kickxii Nyst* | *Murex cuniculosus Duch.* |
| *Calyptraea striatella Nyst* | *Aporrhais speciosa Schl.* |
| *Melania semistriata Lam.* | |

Die sämmtlichen Formen dieses oberen Meeressandes sind übrigens specifisch verschieden von denen des Grobkalkes und des mittleren Meeressandes.

3. Sandstein; *grès de Fontainebleau.* Diese Etage ist nur in dem mittleren und südlichen Theile des Bassins vorhanden, wo sie überall dem Sande aufgelagert erscheint, und oft in sehr pittoresken, ruinenähnlichen Felsen aufragt, wie bei Fontainebleau, Nemours, Malesherbes, Milly und anderen Orten.

Der Sandstein ist theils rein und weiss, theils röthlich oder gelb, oft etwas glimmerhaltig, oder eisenschüssig, und stellenweise mit Nestern von sandigem Brauneisenstein versehen; nur selten enthält er Steinkerne und Abdrücke von Conchylien, welche mit denen des Sandes identisch sind.

III. Gruppe der oberen Süsswasserbildung; *calcaire lacustre supérieur.*

Diese Gruppe, welche auch unter dem Namen des Kalksteins von Beauce (*calcaire de Beauce* oder *de la Beauce*) aufgeführt wird, weil sie in der Landschaft la Beauce im Orléanais besonders verbreitet ist, erscheint im nordöstlichen Theile des Bassins bei Villers-Cotterets nur noch in einzelnen Lappen, welche die Kuppen der dortigen Sandhügel krönen; nach Süden und Südwesten aber bildet sie das ganze Plateau zwischen Montargis, Orléans und Chartres, und ist auch weiterhin nach Südwesten in der Touraine vorhanden; endlich wird der Süsswasserkalkstein der Auvergne als ihre Fortsetzung betrachtet.

Sie liegt zwar in einem grossen Theile ihrer Verbreitung unmittelbar über dem oberen Meeressande, greift aber oft weit über die Gränzen desselben hinaus

in das Gebiet der Kreide, der Juraformation und noch älterer Formationen. In Orléans selbst ist sie mit einem Bohrbrunnen über 57 Meter mächtig befunden worden. Es lassen sich in ihr besonders drei verschiedene Glieder unterscheiden, nämlich Limnäenkalkstein, Mühlsteinquarz und Helicitenkalkstein.

1. Limnäenkalkstein; *calcaires et marnes lacustres.* Meist ein gelblich- oder graulichweisser, bisweilen auch ockergelber oder lichtbrauner, theils dichter, und dann oft zelliger und tubuloser, theils erdiger Kalkstein, welcher in weisse oder graue Mergel übergeht; häufig mit Nieren, Lagen und Trümern von Hornstein, Jaspis und Chalcedon. Südlich von Dourdan (Seine und Oise) ist er bis 25 Meter mächtig; anderwärts wird seine Mächtigkeit weit geringer.

Nach Meugy soll dieser Kalkstein von Beauce im Allgemeinen weit reicher an Fossilien sein, als der ihm ausserdem sehr ähnliche, aber unter dem oberen Meeressande liegende Kalkstein von Brie. Es sind lauter Süsswasserformen, von welchen d'Archiac die folgenden namhaft macht:

| | |
|---|---|
| *Chara medicaginula Brong.* | *Limnaea cornea Brong.* |
| *Limnaea cylindrica Brard* | *Planorbis Prevostinus Brong.* |
| . . . . . *fabula Brong.* | *Paludina pygmaea Desh.* |
| . . . . . *symmetrica Brard* | *Cerithium Lamarckii Desh.* |

Bei Argenton (Indre) hat Lockhart in einem wahrscheinlich hierher gehörigen Kalksteine Ueberreste von *Lophiodon*, *Anoplotherium*, *Anthracotherium*, Crocodil und Schildkröte gefunden.

2. Mühlsteinquarz; *argile et meulières.* Ueber dem Limnäenkalkstein, oft aber bald weiter, bald nicht so weit sich verbreitend wie dieser, folgt eine aus grauem, gelbem oder rothem Thone und aus Mühlsteinquarz bestehende Ablagerung, welcher letztere innerhalb des ersteren meist in unstetigen, zerstückelten Bänken, oder in unregelmässig gestalteten blockähnlichen Concretionen ausgebildet ist, und einen bald dichten, bald zelligen, tubulosen oder cavernosen Limnoquarzit darstellt.

Diese Quarzite werden mehrorts, wie z. B. bei Meudon, Rambouillet, Cuisy als Bausteine und Mühlsteine gebrochen; sie enthalten oft Steinkerne und Abdrücke derselben Fossilien, welche in dem unterliegenden Kalksteine vorkommen, und sollen nach Meugy ebenfalls reicher daran sein, als die gleichartigen Gesteine, welche den Kalkstein von Brie bedecken.

3. Helicitenkalkstein; *calcaires à Hélices.* Dieses oberste und letzte Glied der Pariser Tertiärformation, welches sich nach Westen und Süden hin weit verbreitet, verdient allerdings den von Prevost vorgeschlagenen Namen *calcaire à Hélices*, weil es oft ausserordentlich reich an diesen Schnecken ist. Dasselbe erscheint meist als ein hellfarbiger, dichter oder mergeliger Kalkstein; allein bei Pithiviers, nordöstlich von Orléans, kommen auch grünlichgraue Schichten von pisolithischer und oolithischer Structur vor.

Als besonders bezeichnende Conchylien dieser Kalksteine nennt d'Archiac:

| | |
|---|---|
| *Helix Moroguesi Brong.* | *Helix Lemani Brong.* und |
| . . . *Tristani Brong.* | *Planorbis corneus Lam.* |

Das Vorwalten der Helix-Arten ist eine sehr auffallende Erscheinung.

## §. 144. *Süsswasserformation der Auvergne.*

Es wurde schon vorhin (S. 47) bemerkt, dass man den Süsswasserkalkstein der Auvergne als eine mit dem Kalksteine von Beauce gleichzeitige Bildung und gewissermaassen als dessen südliche Fortsetzung zu betrachten pflegt. Da nun jener Kalkstein von sehr mächtigen Sandsteinen und Mergeln unterteuft wird, so würden sich diese Gesteine vielleicht als limnische Aequivalente der *sables supérieurs*, und demgemäss der ganze dortige Schichtencomplex, mit Ausnahme gewisser neuerer Schichten, als eine der Oligocänformation aequivalente Süsswasserbildung betrachten lassen. Wegen dieser sehr wahrscheinlichen Correlation und wegen ihrer übrigen recht interessanten Verhältnisse glauben wir daher dieser Formation einen besonderen Paragraphen widmen zu müssen.

Die obere Süsswasserbildung des Pariser Bassins erstreckt sich an der Loire südwärts bis nach Sancerre, von wo aus über Nevers aufwärts eine Unterbrechung eintritt. Oberhalb der Confluenz der Loire und des Allier beginnt jedoch in dem Thale des letzteren Flusses die Süsswasserbildung der Limagne, welche nun über Moulins, Vichy und Clermont bis nach Brioude 23 Meilen weit ununterbrochen und in bedeutender Breite das Thal erfüllt. Diese grösste Ablagerung wird durch die Bergkette des Forez von einer etwas kleineren Ablagerung getrennt, welche sich im Thale der Loire von Bourbon-Lancy über Digoin und Roanne bis jenseits Montbrison erstreckt. Ein paar noch kleinere Ablagerungen finden sich weiter südlich, bei Aurillac am Cantal und bei le Puy im Velay.

Alle diese Süsswasserbildungen zeigen eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften, dass sie wohl mit Recht als Sedimente betrachtet werden, welche während einer und derselben Periode durch ähnliche Ursachen in verschiedenen Landseen zur Ausbildung gelangten. Die in denselben Gegenden so verbreiteten vulcanischen Formationen wurden erst später gebildet, wie die Abwesenheit von Fragmenten und Geröllen der ihnen zugehörigen Gesteine innerhalb der Schichten der Tertiärformation beweist.

Es sind besonders fünf verschiedene Gesteinsarten, welche die Süsswasserformation der Auvergne zusammensetzen, nämlich Conglomerate und Sandsteine, rothe Mergel, grüne und weisse Mergelschiefer, Kalkstein und Gyps. Der Untergrund, auf welchem diese Gesteine abgelagert wurden, besteht aus Granit, Gneiss und anderen krystallinischen Silicatgesteinen des Centralplateaus von Frankreich.

1. Conglomerate und Sandsteine. Diese Gesteine finden sich an der Gränze des Bassins der Limagne vielorts und besonders an einzelnen Stellen angehäuft, wo vielleicht ehemalige Flüsse einmündeten. Die Geschiebe und Gerölle der Conglomerate bestehen aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzit, überhaupt aus denjenigen primitiven Gesteinen, welche den Bassingrund bilden, wogegen sich von Basalt, Trachyt und anderen vulcanischen Gesteinen keine Spur vorfindet. Der Sandstein erscheint häufig als eine Arkose, deren Elemente unmittelbar durch die Zerbröckelung des unterliegenden Granites oder Gneisses

geliefert und durch Kieselsäure verkittet worden sind, so dass nicht selten scheinbare Uebergänge aus dem Granite in das aufliegende klastische Gestein vorkommen. Bisweilen hat der Sandstein ein kalkiges Bindemittel, welches mitunter zu grossen Concretionen eines travertinähnlichen Kalksteins concentrirt ist.

Am Puy de Jussat und Puy la Roche sind schöne Profile entblösst, in denen man nach unten bis 400 Fuss mächtig weissen und grünen Mergelschiefer, nach oben den kalkigen Sandstein mit Concretionen von Kalkstein liegen sieht. Im Allgemeinen aber sind diese Conglomerate und Sandsteine, ebenso wie die nicht selten vorkommenden losen Geröll- und Sandmassen, aus der Zerstörung der benachbarten primitiven Gesteine hervorgegangen. Von organischen Ueberresten enthalten sie in der Regel gar nichts; doch kommen nach Pomel bei Issoire in der Arkose dieselben Cyrenen vor, wie in dem sie bedeckenden Kalksteine.

2. Rothe Sandsteine und Mergel. Ausser den vorerwähnten Sandsteinen spielen aber auch rothe Sandsteine in der Süsswasserformation der Limagne eine wichtige Rolle; Sandsteine, welche nach ihrer petrographischen Beschaffenheit den gleichnamigen Gesteinen der Buntsandstein-Formation ganz ähnlich und, wie diese, gar häufig grün gefleckt und gestreift sind. Sie werden bisweilen conglomeratartig durch Aufnahme von Geröllen, welche ebenfalls den primitiven Gesteinen angehören. Die rothen und bunten Mergel, welche diese Sandsteine begleiten, ähneln ihrerseits eben so den Mergeln der Buntsandstein-Formation, und enthalten stellenweise Schichten eines röthlichen Kalksteins. Diese oft dunkelrothen Gesteine geben sich schon von weitem durch ihre auffallende Farbe zu erkennen. Obgleich sie gewöhnlich keine organischen Ueberreste umschliessen, so gehen sie doch nach oben in andere Schichten mit Süsswasserconchylien über, weshalb an ihrer Zugehörigkeit zu der dortigen Tertiärformation nicht gezweifelt werden kann.

Dennoch sollen nach Pomel die bunten Thone, wenn auch sehr selten, Paludinen und Helix-Arten enthalten; und Bravard giebt an, dass im bunten Sandsteine und Mergel nordwestlich von Brioude Knochen von *Palaeotherium*, *Rhinoceros*, Crocodil und Schildkröte vorkommen; auch im Thale der Bèbre finden sich nach Poirier viele Knochen im Sandsteine.

Lyell hebt es als eine sehr beachtenswerthe Thatsache hervor, dass hier, im Gebiete einer limnischen Tertiärformation, mächtige Gesteins-Ablagerungen auftreten, welche petrographisch mit Gesteinen der Triasformation völlig übereinstimmen; wodurch es abermals bestätigt werde, dass die petrographische Beschaffenheit der Gesteine für die Erkennung und Unterscheidung der sedimentären Formationen nur einen sehr untergeordneten Werth habe.

3. Grüne und weisse Mergelschiefer. Diese meist hellgrünen oder weissen, gewöhnlich kalkhaltigen Gesteine sind sehr dünnschieferig; was durch die grosse Menge von Cyprisschalen bedingt wird, welche sie enthalten; dazu gesellen sich wohl auch Abdrücke von Charazweigen und zahlreiche kleine Paludinen, wie bei Aurillac, wo diese Mergelschiefer Hügel von 200 Fuss Höhe und darüber bilden. Im Bassin der Limagne steigt ihre Mächtigkeit stellenweise bis zu 700 Fuss, so dass sie einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung der ganzen Formation nehmen.

Nach einem von Lyell mitgetheilten Profile bei Champradelles unweit Clermont scheinen dort diese Mergelschiefer fast unmittelbar an den Granit zu gränzen, vor welchem sie vertical aufgerichtet, und nach unten als grüne, nach oben als weisse Mergelschiefer ausgebildet sind. Die Aufrichtung ihrer Schichten ist wohl jedenfalls in einer, durch die spätere vulcanische Thätigkeit bewirkten Empordrängung des Granites begründet.

4. Kalksteine. Sowohl die Sandsteine als auch die Mergel gehen zuweilen nach oben in weisse oder hellgraue, theils reine, theils kieselige, von Hornstein und Chalcedon durchzogene Kalksteine über, welche anfangs nur in einzelnen Concretionen innerhalb jener Gesteine, weiter aufwärts aber in stetigen Schichten ausgebildet sind, und oft mit dünnen Lagen von Mergel oder Thon abwechseln; auch sind ihnen bisweilen noch Sandsteinschichten eingeschaltet, dergleichen bei St. Prix grosse, aus dem Granite stammende Feldspathkrystalle enthalten.

Unter diesen Kalksteinen sind besonders drei Varietäten sehr ausgezeichnet, ein oolithischer Kalkstein, der sogenannte Indusienkalkstein und ein kreideähnlicher Kalkstein.

Oolithischer Kalkstein. Auf beiden Seiten des Bassins der Limagne, sowohl im Westen bei Gannat, als im Osten bei Vichy finden sich weisse, oolithische Kalksteine, ganz ähnlich denen, welche in der Juraformation vorkommen; ja bei Chadrat wird das Gestein sogar pisolithisch, indem die Kugeln zugleich eine radialfaserige und concentrisch schalige Zusammensetzung zeigen.

Indusienkalkstein. Ein ganz eigenthümlicher Kalkstein, ausgezeichnet durch zahlreiche, kurze Röhren, welche aus lauter zusammengekitteten Paludinen bestehen, und ursprünglich von Phryganeenlarven, als eine sie schützende Bedeckung (*indusium*), gebildet worden sind. Indem dergleichen Röhren zu vielen Tausenden von Kalkschlamm eingeschlossen wurden, entstanden jene merkwürdigen Kalksteine, welche theils grössere Concretionen, theils unregelmässige Schichten im Mergel und in anderen Kalksteinen bilden.

Kreideähnlicher Kalkstein. Bei Aurillac kommt ein blendendweisser, weicher, petrographisch der Kreide ganz ähnlicher Kalkstein vor; die Aehnlichkeit wird noch durch das sehr häufige Auftreten von lagenweise vertheilten Flintnieren erhöht; allein die Charakörner, die Limnäen, Planorben und anderen Süsswasserconchylien beweisen, dass wir es hier dennoch mit einem Süsswasserkalkstein zu thun haben.

Alle diese Kalksteine und Mergel sind oft sehr reich an organischen Ueberresten: sie enthalten nicht nur Körner und Zweige von Chara, mancherlei Süsswasserconchylien, Cypriden und Indusien, sondern auch stellenweise viele Insecten, sowie Knochen von Reptilien, Säugethieren und Vögeln.

Die Conchylien gehören meist den Geschlechtern *Cyrena*, *Paludina*, *Planorbis*, *Limnaea* und *Unio* an: auch finden sich Cerithien, *Potamides Lamarckii*, *Melania inquinata*, *Melanopsis* ähnlich *M. Dufourii*, und mehre Arten von *Helix*, also Landschnecken. Um die Kenntniss der Wirbelthierreste haben sich besonders Pomel und Aymard verdient gemacht; dieselben stammen von den Geschlechtern *Palaeotherium*, *Anthracotherium*, *Microtherium*, *Amphitragalus*, *Titanomys*, *Emys*, *Crocodilus* und von manchen anderen ab, welche uns zum Theil schon über die oligocäne Periode hinaus verweisen würden.

5. Gyps. Dieses nur an wenigen Orten bekannte Gestein erlangt dennoch, wegen seiner Beziehungen zu dem Gypse des Pariser Bassins, einige Wichtigkeit.

Es ist ein dünnschichtiger Gypsmergel, ganz ähnlich demjenigen, welcher in der mittleren Süsswasserbildung bei Paris vorkommt. So findet er sich über 50 Fuss mächtig bei St. Romain, am rechten Ufer des Allier über den cyprisführenden Mergelschiefern; bei le Puy im Velay, wo er mehrorts gebrochen wird, ist er dagegen den Kalksteinen untergeordnet, und wechselt mit Mergeln, die reich an Insecten sind.

Eine auffallende Erscheinung ist es, dass die Gesteine dieser Süsswasserformation sehr häufig mit Bitumen imprägnirt sind, welches nicht selten auf den Klüften, in den drusigen Quarz- und Chalcedon-Trümern und in sonstigen Cavitäten förmlich als Asphalt ausgeschieden vorkommt.

Man nimmt gewöhnlich an, dass bei der Bildung dieser Formation Mineralquellen, welche theils kohlensauren oder schwefelsauren Kalk, theils Kieselsäure absetzten, wesentlich mit im Spiele gewesen seien, und dass einem grossen Theile der Kalksteine und der Mergelschiefer, sowie dem Gypse ihr Material von diesen Quellen geliefert worden sei. Da nun dergleichen Quellen bisweilen auch Erdöl und Bitumen mit sich führen, so dürfte das häufige Vorkommen des letzteren auf diese Weise zu erklären sein.

Was die gegenseitigen Verhältnisse der vorgenannten Gesteine betrifft, so scheinen sie zwar keine ganz bestimmte Lagerungsfolge zu behaupten: im Allgemeinen aber liegen doch die Conglomerate, die Sandsteine und bunten Thone mehr nach unten, die Kalksteine und Kalkmergel mehr nach oben, wie solches im Bassin des Allierthales und am Cantal von vielen Beobachtern, im Thale der Bèbre von Poirier, bei le Puy von F. Robert und Aymard erkannt worden ist. Nach Boulanger sollen die Conglomerate und Sandsteine gleichzeitig mit den Mergelschiefern, allein jene mehr in den litoralen oder peripherischen, diese mehr in den centralen Regionen des Bassins gebildet worden sein, während die Kalksteine im Gebiete beider nach oben auftreten. Pomel stellt zwar das allgemeine Gliederungs-Schema auf, dass die aus der Zerstörung der primitiven Gesteine hervorgegangenen Sandsteine und Arkosen nach unten gelagert sind, dass über ihnen die viel weiter verbreiteten bunten Sandsteine und Mergel folgen, und dass endlich die kalkigen Mergel und Kalksteine in einer Mächtigkeit von 200 Meter die ganze Formation beschliessen; allein er hebt es ausdrücklich hervor, dass im Besonderen die Aufeinanderfolge der Gesteine oft ganz anders erscheint, und dass gar nicht selten an beiden Gehängen eines und desselben Thales, an beiden Enden eines und desselben Hügels ganz verschiedene Gesteine zu beobachten sind.

Die Schichten liegen im Allgemeinen horizontal, doch findet von den Rändern nach der Mitte des Bassins eine sanfte Einsenkung Statt; auch kommen stellenweise recht bedeutende Dislocationen vor; wie denn überhaupt die ursprünglichen Niveau- und Lagerungsverhältnisse durch die späteren, bei der Eruption der Trachyte und Basalte eingetretenen Bewegungen der äusseren Erdkruste manche sehr wesentliche Veränderungen erlitten haben.

Ueber die wahrscheinliche Stellung der Süsswasserbildung der Auvergne in der Reihe der Tertiärformationen ist bereits oben gesprochen worden. Pomel hat zwar versucht, ihre Abtheilungen mit den einzelnen Gruppen der Pariser

Eocän- und Oligocänformation zu parallelisiren; allein d'Archiac bemerkt mit Recht, dass, bei den ganz verschiedenen Bedingungen, welche während der tertiären Periode in den beiderseitigen Bildungsräumen gewaltet haben, eine specielle Parallelisirung kaum zu versuchen, gewiss aber nicht durchzuführen sein dürfte.

### §. 445. *Miocäne Formation der Touraine.*

Die Touraine, diese an der Loire, der Indre und dem Cher sich ausbreitende Landschaft, in deren Mitte die Stadt Tours liegt, hat schon seit langer Zeit durch gewisse dort vorkommende Muschellager die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Es sind diess die sogenannten Falüns der Touraine*), welche später eine grosse geologische Bedeutung gewannen, nachdem sie im Jahre 1833 von Lyell als typische Beispiele der miocänen Formation aufgestellt worden waren.

Den eigentlichen Untergrund der Touraine liefert die Kreideformation, welche daselbst die südwestliche Fortsetzung des grossen nordfranzösischen Territoriums bildet, und in allen Thälern sehr gut aufgeschlossen ist. Zunächst über der Kreide breitet sich, nur in den Thaleinschnitten unterbrochen, ausserdem aber in stetiger Ausdehnung eine ältere Tertiärformation aus, welche nach unten aus Conglomerat, Sandstein, Sand und Thon, nach oben aus Süsswasserkalkstein, Thon und Limnoquarzit besteht, und als die Fortsetzung der *sables supérieurs* und der oberen Süsswasserbildung des Pariser Bassins betrachtet wird, obgleich die untere Abtheilung gar keine ihr eigenthümlichen organischen Ueberreste, die obere Abtheilung aber nur Süsswasserconchylien enthält, welche nach Dujardin jene Deutung noch etwas zweifelhaft erscheinen lassen könnten**).

Ueber der Süsswasserbildung liegen nun hier und da ganz isolirte Partieen der Falüns, welche ursprünglich wohl einer zusammenhängenden Ablagerung angehört haben mögen, die aber grösstentheils fortgespült worden, und nur in einzelnen Lappen erhalten geblieben ist. Da sie gewissermaassen den Normaltypus der miocänen Formationen repräsentiren***), so dürfte eine nähere Betrachtung derselben gerechtfertigt sein, welche wir aus der Abhandlung von Dujardin entlehnen.

---

*) Mit dem Namen Falun werden in vielen Gegenden Frankreichs lose Muschellager oder auch sehr muschelreiche Sandablagerungen bezeichnet, welche zur Mergelung der Felder benutzt werden. In England wird das Wort *crag* genau in derselben Bedeutung gebraucht.

**) *Mém. de la soc. géol. tome II, deuxième partie*, 1837, p. 249. Die Thone und Conglomerate der unteren Abtheilung enthalten zwar abgerollte Fragmente von Spongiten und Korallen; diese stammen jedoch aus der unterliegenden Kreideformation, und befinden sich daher auf secundärer Lagerstätte; *ibidem, p.* 242 und 244.

***) Gegenwärtig betrachtet sie Lyell als typisches Beispiel der obermiocänen Formation, indem er die oligocänen Bildungen theils als obereocäne, theils als untermiocäne aufführt.

Die insbesondere unter dem Namen Falunière de Touraine schon lange berühmte und ausgebeutete Ablagerung der Art, welcher früher eine weit grössere Ausdehnung und Mächtigkeit zugeschrieben wurde, liegt auf dem Plateau zwischen der Indre und Vienne; sie beginnt 6 lieues südlich von Tours bei dem Dorfe Louhans, und erstreckt sich von dort, mehr oder weniger unterbrochen, südwärts bis nach Manthelan und Bosseé, westwärts bis gegen Sainte-Catherine-de-Fierbois über einen Raum von kaum 3 Quadratlieues, mit einer mittleren Mächtigkeit von nur 10 Fuss, welche jedoch im Süden bei Manthelan und Bossée bedeutender wird. Etwa 3 lieues weiter südlich liegen noch bei Ferrière-l'Arçon ein paar kleinere Partieen:

Eine zweite grössere Ablagerung der Falüns findet sich ebenfalls auf dem linken Ufer der Loire südlich und südöstlich von Blois, bei Contres und Pontlevoy, sowie eine dritte bei Doué, westlich von Saumur; in diesen Gegenden scheinen sie mächtiger zu sein, als südlich von Tours.

Auf dem rechten Ufer der Loire kennt man die Falüns nördlich von Blois; ferner bei Semblançay, 3 lieues nordwestlich von Tours, und endlich bei Savigné, wo sich die grösste zusammenhängende Ablagerung von 3 lieues Länge und Breite vorfindet*).

Diese Falüns haben sich jedenfalls als litorale Ablagerungen auf einem seichten Meeresgrunde gebildet. Sie bestehen oft nur aus grobem und feinem Schutte von allerlei Conchylien, wie bei Manthelan und Louhans, welchem anderwärts viel grober Quarzsand beigemengt ist, wie bei Ferrière-l'Arçon und Semblançay, bei welchem letzteren Orte auch blauliche Lettenschichten vorkommen. Bisweilen (wie bei Contres und Pontlevoy) geht der Muschelschutt in einen feinen gelblichen Kalksand über, welcher unregelmässige Platten eines festen Kalksteins umschliesst, die sogar als Bausteine benutzt werden. Auch bei Doué findet sich ein fast krystallinischer Kalkstein, und in der Gegend von Savigné werden grosse Platten eines weichen, oft fast zerreiblichen Kalksteins gebrochen. Die hier und da eingemengten Gerölle des unterliegenden Süsswasserkalksteins sind bisweilen von Pholaden durchbohrt, welche Erscheinung bei Pontlevoy auch am anstehenden Gesteine zu beobachten ist.

Die Mächtigkeit der ganzen Bildung ist meist gering; doch erreicht sie nach Lyell stellenweise 50 Fuss; und östlich von Contres in der Sologne soll sie bis 20 und 25 Meter steigen.

Unmittelbar am Rande des ehemaligen Meeresstrandes sind die Gesteine meist lose und ohne allen Zusammenhang, enthalten einige Land- und Flussconchylien und Knochen von Wirbelthieren, aber nur sehr wenige und abgerollte Korallen. Weiter einwärts dagegen kommen viele Korallen und Conchylien vor, auch gewinnt das Gestein oft eine grössere Consistenz, indem seine Elemente durch ein kalkiges Bindemittel verkittet wurden, in welchem Falle die Conchylien zuweilen nur noch als Abdrücke und Steinkerne enthalten sind.

Ueberhaupt aber enthalten die Falüns eine erstaunliche Menge von zum

*) Auch bei Nantes, sowie in der Bretagne bei Dinan und Rennes wiederholen sich diese Bildungen, worüber wir auf die Abhandlung von Lyell in den *Proceedings of the geol. soc. vol.* III, 1841, *p* 437 ff. verweisen, in welcher er die wichtigen Resultate seiner Studien der Falüns niedergelegt hat; seine neueren Ansichten über sie finden sich in den *Elements of Geology*, 6. *ed*. 1865, *p* 212.

Theil recht wohl erhaltenen organischen Ueberresten, wie sie ja oftmals nur als Anhäufungen derselben zu betrachten sind. Dujardin beschrieb schon 248 Conchylien, und gelangte zu dem Resultate, dass 123 derselben auf ausgestorbene, 125 dagegen auf noch lebende Species zu beziehen sind, was also 50 Procent lebender Species ergeben würde. Dieses Verhältniss ist jedoch später von Lyell etwas anders bestimmt worden, indem sich unter 290 von ihm selbst gesammelten Mollusken nur 72 mit noch jetzt lebenden Species identificiren liessen; was eine Quote von nur 25 Procent liefert und, zugleich mit dem generischen Charakter vieler Species, auf ein höheres Alter der Faluns und auf ein subtropisches Klima zur Zeit ihrer Bildung schliessen lässt, wie solches schon früher von d'Archiac hervorgehoben worden ist. Von Korallen und Bryozoën fand Lyell 43 verschiedene Species.

Wie auffallend verschieden aber die Fauna dieser miocänen (oder neogenen) Formation von den ihr vorausgegangenen Faunen der, fast unter derselben geographischen Breite liegenden eocänen und oligocänen Formation sei, diess lehrt schon das folgende Verzeichniss einiger der häufiger vorkommenden Mollusken*).

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Pholas dimidiata Duj.* | *Cardita Jouanneti Bast.* |
| *Mactra triangula Brocc.* | . . . . . *nuculina Duj.* |
| *Crassatella concentrica Duj.* | *Arca barbata Lin.* |
| *Corbula complanata Sow.* | . . . *umbonata Lam.* |
| . . . . . *carinata Duj.* | . . . *turonica Duj.* |
| *Petricola ochroleuca Lam.* | *Pectunculus pilosus Lin.* |
| *Tellina crassa Penn.* | *Lima squamosa Lam.* |
| *Lucina columbella Lam.* | *Pecten solarium Lam.* |
| . . . . *Dujardini Desh.* | . . . . *benedictus Lam.* |
| . . . . *incrassata Desh.* | . . . . *striatus Sow.* |
| *Venus Basteroti Desh.* | . . . . *scabrellus Lam.* |
| *Cardium turonicum May.* | *Plicatula ruperella Duj.* |
| *Cardita crassicosta Lam.* | *Ostrea longirostris Lam.* |

Brachiopoden.

*Terebratula grandis Bronn*

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Dentalium entalis Lin.* | *Natica Josephinae Risso* |
| *Fissurella italica Defr.* | *Trochus patulus Brocc.* |
| *Calyptraea chinensis Lin.* | . . . . . *incrassatus Duj.* |
| *Crepidula unguiformis Lam.* | *Turritella turris Bast.* |
| *Bulla Lajonkairiana Bast.* | *Cerithium papaveraceum Bast.* |
| *Helix turonensis Desh.* | . . . . . . *scabrum Olivi* |
| *Auricula oblonga Desh.* | *Pleurotoma asperulata Lam.* |
| *Ringicula buccinea Desh.* | . . . . . . . *terebra Duj.* |
| *Rissoa curta Duj.* | *Cancellaria acutangularis Fauj.* |
| *Natica millepunctata Lam.* | *Murex turonensis Duj.* |

*) Die Namen mehrer Species sind nicht nach Dujardin, sondern nach Hörnes aufgeführt worden, wie er sie in seinem Werke, Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien, berichtigt hat.

| | |
|---|---|
| *Murex cristatus Brocc.* | *Marginella miliacea Lam.* |
| *Buccinum Dujardini Desh.* | *Ovula spelta Lam.* |
| . . . . . . *prismaticum Brocc.* | *Cypraea affinis Duj.* |
| . . . . . . *incrassatum Müll.* | *Oliva flammulata Lam.* |
| *Columbella scripta Bell.* | *Ancillaria glandiformis Lam.* |
| *Voluta Lamberti Sow.* | *Conus Mercati Brocc.* |
| *Erato laevis Don.* | . . . . *clavatus Lam.* |

Da ich dieses Verzeichniss aus Dujardin's Abhandlung ausgezogen habe, in welcher bei den einzelnen Species nur sehr selten bemerkt worden ist, ob sie häufig vorkommen, oder nicht, so freut es mich, meinen Lesern noch die folgende Liste der häufigeren und der vorzüglich charakteristischen*) Species vorlegen zu können, welche ich der Güte meines Freundes K. Mayer, also einer der bedeutendsten Auctoritäten, zu verdanken habe.

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Pholas rugosa* | *Cardium Andreae !* |
| . . . . *Dujardini !* | . . . . . *turonicum !* |
| *Panopaea Menardi* | *Crassatella triangularis !* |
| *Corbula complanata* | *Astarte scalaris* |
| . . . . . *revoluta* | *Cardita affinis !* |
| . . . . . *gibba* | . . . . . *crassicosta* |
| . . . . . *carinata* | . . . . . *monilifera* |
| *Ervilia pusilla* | . . . . . *corbis* |
| *Sphenia anatina* | . . . . . *Jouanneti* |
| *Mactra triangula* | . . . . . *trapezia* |
| *Gastrana fragilis* | *Arca turonica !* |
| *Tellina crassa* | . . . *barbata* |
| *Venus casina* | . . . *Breislacki* |
| . . . . *clathrata !* | . . . *lactea* |
| . . . . *coturnix !* | . . . *umbonata* |
| . . . . *Basteroti !* | *Pectunculus insubricus* |
| *Cytherea affinis* | . . . . . . . *gallicus* |
| *Lucina columbella* | . . . . . . . *pilosus* |
| . . . . *ornata* | *Pecten pusio* |
| . . . . *scopulorum* | . . . . *Puymariae !* |
| . . . . *Dujardini !* | *Ostrea saccellus* |
| *Chama gryphina* | . . . . *virginiana* |
| . . . . *gryphoides* | *Anomia ephippium* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Dentalium mutabile* | *Turritella turris* |
| *Fissurella italica* | . . . . . . *incrassata* |
| *Crepidula gibbosa* | . . . . . . *Doullieri* |
| *Calyptraea chinensis* | *Turbo muricatus* |
| *Natica helicina* | *Monodonta Araonis* |
| . . . . *varians* | *Trochus miliaris* |
| . . . . *Josephinae* | . . . . . *strigosus* |
| . . . . *neglecta* | . . . . . *miocaenicus* |
| *Rissoa curta !* | . . . . . *punctulatus !* |
| *Proto cathedralis* | . . . . . *zizyphinus* |
| *Turritella bicarinata* | *Cerithium mediterraneum* |

*) Diese letzteren sind mit einem ! bezeichnet.

*Cerithium lignitarum*
. . . . . . *papaveraceum*
. . . . . . *pictum*
. . . . . . *Puymariae !*
*Cerithopsis scabra*
*Pleurotoma asperulata*
. . . . . . . *Schreibersi*
. . . . . . . *terebra*
. . . . . . . *incrassata*
*Ficula undata !*
*Fusus Agnesae-Sorelae !*
. . . . *rostratus*
*Fasciolaria nodifera*
*Murex aquitanicus*
. . . . *Sedgwicki*
. . . . *turonicus*
. . . . *plicatus*
. . . . *Lasseignei*
*Buccinum Blesense !*
. . . . . . *limatum*
*Buccinum Dujardini*
. . . . . . *spectabile !*
. . . . . . *turonicum !*
. . . . . . *variabile*
*Columbella clathrata*
. . . . . . . *miocaenica*
. . . . . . . *scripta*
*Conus canaliculatus*
. . . . *Mercati*
*Marginella miliacea*
*Ancillaria glandiformis*
*Erato laevis*
*Cypraea affinis*
. . . . . *avellana*
*Paludina muriatica*
*Helix turonensis*
*Serpulorbis arenarius*
*Vermetus intortus*
*Siliquaria anguina.*

Was endlich die, besonders durch Desnoyers bekannt gewordenen Ueberreste von Wirbelthieren betrifft, so bestehen solche in Knochen und Zähnen von *Mastodon, Rhinoceros, Dinotherium, Hippopotamus, Chaeropotamus, Dichobune,* verschiedener Cetaceen, Haifische u. s. w.

§. 116. *Oligocäne und miocäne Formation der Gegend von Bordeaux.*

In dem Bassin der Gironde, Garonne und Dordogne, abwärts und aufwärts von Bordeaux, sind die Tertiärformationen, vom Grobkalke beginnend, als oligocäne und miocäne Bildungen in regelmässiger Aufeinanderfolge zur Entwickelung gelangt, aber zum Theil erst neuerdings durch Tournouër nach ihrer wahren bathrologischen Stellung fixirt worden.

Bei Blaye, am rechten Ufer der Gironde, etwa 5 Meilen unterhalb Bordeaux, steht ein Kalkstein an, welcher von Deshayes schon im Jahre 1832 als das wahre Aequivalent des Pariser Grobkalkes erkannt, und wegen seiner vielen Orbitoliten von Delbos als Orbitolitenkalk bezeichnet worden war. Dieser Kalkstein gewährt daher einen sicheren Horizont für die Beurtheilung der höher aufwärts liegenden Schichtensysteme, von welchen die zunächst folgenden als Glieder der Oligocänformation zu betrachten sind.

A. Oligocänformation der Gegend von Bordeaux.

Gewiss ist es von grossem Interesse, auch hier, im südwestlichen Theile von Frankreich, die Oligocänformation in vollständiger Entwickelung auftreten zu sehen, obgleich sie zum Theil mit ganz anderen petrographischen und paläontologischen Eigenschaften ausgebildet ist, als im Bassin von Paris. Dennoch lassen sich auch hier zwei Süsswasserbildungen unterscheiden, welche durch eine marine Bildung getrennt werden; ein Verhältniss, welches sich für die obere Süsswasserbildung wiederholt, der eine zweite marine Etage eingeschaltet ist. Die ganze Formation besteht nämlich von unten nach oben:

bei la Gasparde zugleich mit den Austern viele andere Conchylien vorkommen, welche den Asterienkalkstein charakterisiren; gerade so, wie in den Pariser Austermergeln die Austern von mehren anderen Species begleitet werden, welche den *sables supérieurs* angehören. Diese Beobachtung ist um so wichtiger, weil an den übrigen genannten Orten fast nur Austern vorhanden sind, und die innige Verknüpfung dieser Austerbänke mit dem darüber folgenden Kalksteine nicht so evident vorliegt, wie bei la Gasparde.

4. Asterienkalkstein. Wegen des sehr häufigen und charakteristischen Vorkommens von Asterias-Gliedern wählte Collegno für diesen Kalkstein den Namen Calcaire à Astéries *). Derselbe zeigt eine sehr verschiedene Beschaffenheit, ist aber nur selten sehr dicht, meist erdig und weich, bisweilen mergelartig, doch wird er nach oben gewöhnlich härter und fester; stellenweise umschliesst er linsenförmige Lagen eines mergeligen Thones, an der Gränze seines Verbreitungsgebietes aber oft viel kleine Quarzgerölle. Seine Mächtigkeit ist verschieden, im Allgemeinen aber zunehmend von Osten nach Westen, so dass er in der Gegend von Bordeaux über 100 Meter hohe Hügel bildet, während er bei Sainte-Foy an der Dordogne nur noch 2 bis 3 Meter stark ist, und sich bald auskeilt. Er liegt übergreifend auf den Austerbänken, dem Süsswasserkalksteine und der Mollasse, und bildet daher die unmittelbar über den Austerbänken folgende Etage der Oligocänformation.

Als einige der am häufigsten vorkommenden Fossilien erwähnt Delbos:

| | |
|---|---|
| *Asterias laevis DesM.* | *Modiola lithophaga Lam.* |
| *Scutella striatula Serres* | *Pecten Billaudelli DesM.* |
| *Cassidulus nummulinus DesM.* | *Ostrea longirostris Desh.* |
| *Fibularia ovata Ag.* | *Crania abnormis Brong.* |
| Milioliten | *Ampullaria maxima Lam.* |
| *Crassatella tumida Lam.* | *Turbo Parkinsoni Bast.* |
| *Pectunculus cor Lam.* | *Voluta cithara Lam.* |

Ausser diesen finden sich auch noch sehr viele andere Formen, darunter auch eine Nummuliten-Species, nämlich *Nummulites garansiana Leym.*, was also beweisen würde, dass dieses Genus hier höher hinaufgeht, als anderwärts; doch ist uns keine Angabe bekannt, aus welcher sich schliessen lässt, dass diese Nummuliten zu förmlichen Schichten angehäuft sind, wie solches in der eocänen Formation der Fall ist. Von Mollusken führt Tournouër noch folgende Species als besonders häufig auf:

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Ostrea longirostris Delb.* | *Lucina columbella Lam.* |
| . . . . *punctifera Delb.* | . . . . *globulosa Desh.* |
| *Cardita Bazini Desh.* | . . . . *Delbosii d'Orb.* |
| *Venus Aglaurae Brong.* | *Crassatella tumida Lam.* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Conus deperditus Grat.* | *Strombus fasciolarioides Grat.* |
| *Cypraea splendens Grat.* | *Triton clathratus Lam.* |
| *Strombus auricularis Grat.* | . . . . *corrugatus Grat.* |

*) Er wird auch oft unter dem Namen Calcaire de Bourg aufgeführt, weil er bei Bourg, am rechten Ufer der Dordogne oberhalb Blaye, sehr gut entblösst ist.

| | |
|---|---|
| *Triton Hisingeri Grat.* | *Cerithium gibberosum Grat.* |
| *Cassis mamillaris Grat.* | ...... *lemniscatum Brong.* |
| *Voluta subharpula d'Orb.* | ...... *Charpentieri Bast.* |
| .... *subambigua d'Orb.* | ...... *Koninckii Grat.* |
| *Murex erinaceus Lin.* | *Turritella strangulata Grat.* |
| .... *fistulosus Grat.* | *Turbo Parkinsoni Bast.* |
| *Turbinella pugillaris Grat.* | *Trochus labarum Bast.* |
| *Fasciolaria subcarinata Grat.* | ..... *Boscianus Brong.* |
| ....... *polygonata Brong.* | *Delphinula scobina Brong.* |
| *Pleurotoma Grateloupii DesM.* | *Melania costellata Grat.* |
| *Cerithium plicatum Lam.* | *Deshayesia neritoides d'Orb.* |
| ...... *trochleare Héb.* | *Natica crassatina Desh.* |
| ...... *calculosum Bast.* | .... *angustata Grat.* |

Diese Fauna enthält einige Species von eocänem, mehre von oligocänem Habitus und viele ihr ganz eigenthümliche Formen; dennoch schliesst sich Tournouër der Ansicht von Carl Mayer an, dass der Asterienkalkstein als das, durch eine eigenthümliche Fauna ausgezeichnete Aequivalent des Sandes von Fontainebleau (oder der *sables supérieurs*) zu betrachten sei.

Nach Lefebvre sind bei Bourg, an der Gironde oberhalb Blaye, in diesem Kalksteine aufrecht stehende Baumstämme bis zu 13 Meter Länge und $1/2$ Meter Dicke gefunden worden, deren Inneres aus einem thonigen Gesteine, und deren Rinde aus einer schwarzen kohligen Masse bestand. Delbos führt noch Krebsscheeren, Zähne von *Carcharodon*, *Oxyrhina, Lamna*, Ueberreste von Schildkröten und von *Manatus Guettardi* an.

5. Thon und Mergel, nebst der *Mollasse ossifère*. Der Asterienkalkstein wird bei Bordeaux von einer blaulichgrauen mergeligen Thonablagerung bedeckt, welche zwar ihre grösste Mächtigkeit weiter südöstlich in der Gegend von Bazas und la Réole erlangt, und sich gegen Bordeaux bedeutend verschmälert, dennoch aber nirgends gänzlich vermisst wird. Nach der Ansicht von Tournouër ist sie mit dem Asterienkalksteine zu vereinigen, an welchen sie sich auch durch häufig vorkommende Kalkstein-Nieren anschliesst, in denen dieselben Cerithien enthalten sind, welche oben genannt wurden.

Die Kalkstein-Concretionen werden besonders nach oben sehr zahlreich, wo sie fast eine selbständige, unweit Léognan z. B. vier Meter mächtige Schicht bilden.

Ueber dieser Concretionen-Schicht folgt dann, 6 bis 10 Meter mächtig, die sogenannte *Mollasse ossifère*, deren richtige Einreihung an dieser Stelle von K. Mayer bereits im Jahre 1855 erkannt worden ist*). Nach Delbos ist sie ein gelbliches oder blauliches, sandiges, nur wenig consistentes Gestein, welches besonders reich an *Operculina complanata* ist, auch einige Echinodermen, sowie viele Zähne und Knochen von Fischen und Cetaceen enthält, was den Namen *Mollasse ossifère* veranlasst hat; man sieht sie besonders bei Léognan, Gradignan, Martignas und Saint-Médard. Ausser der bereits genannten *Oper-*

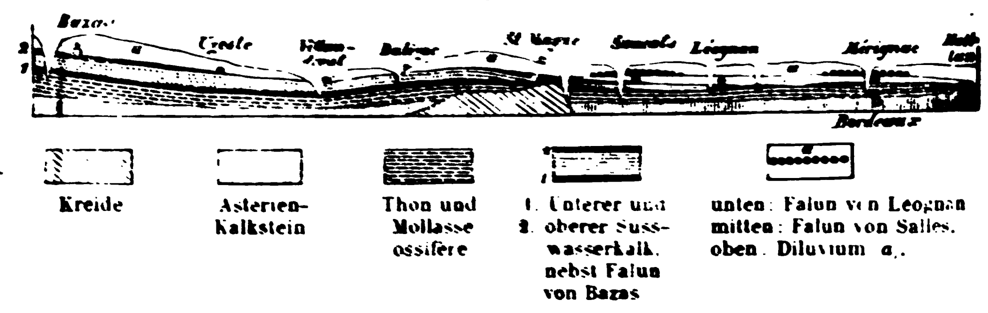
*) Da sie nämlich im Thale von Léognan unmittelbar von dem dortigen Falün bedeckt wird, so wurde sie von Delbos an die Basis desselben versetzt; dagegen zeigte Karl Mayer an einem vollständigen Profile des Thales von Saucats, dass die *Mollasse ossifère* ihre wahre Stelle unter dem Süsswasserkalksteine von Villandraut einnimmt.

*culina* sind nach Delbos *Scutella subrotunda Lam.*, *Clypeaster marginatus Lam.* und *Ehinolampas Laurillardi Ag.*, sowie nach Mayer *Grateloupia* (*Donax*) *difficilis Bast.*, *Turritella aquitanica May.*, *Cerithium salmo Bast.* und *Conus aquitanicus May.* als häufigere Fossilien dieser Mollasse zu nennen.

Dieser Thon nebst der *Mollasse ossifere* beschliesst also die erste marine Gruppe der Formation, welche sonach aus einer kalkigen und einer thonig-mergeligen Etage besteht und noch um Bordeaux 80 bis 100 Meter Mächtigkeit erreicht.

III. Aequivalente der oberen Süsswasserbildung von Paris.

Zu einem leichteren Verständnisse der Lagerung der nun folgenden Bildungen wird das nachstehende von Tournouër entlehnte Diagramm dienen *, welches ein von Bordeaux bis nach Bazas reichendes, etwa 7 Meilen langes Profil darstellt, in welchem der Asterienkalkstein und der darüber liegende Thon nebst der Mollasse als die tiefsten dort sichtbaren Etagen der Tertiärformation auftreten, zugleich aber auch noch ein hervorragender Theil der Kreideformation erscheint.




Ueber dem Thone des Asterienkalksteins und über der Mollasse ossifère liegt zunächst der Limnocalcit oder Süsswasserkalkstein von Villandraut, welchem eine marine Bildung, der Falün von Bazas, aufgelagert ist, worauf eine zweite, aber nur stellenweise vorhandene limnische oder brackische Ablagerung, nämlich der obere Kalkstein von Larrieg die Oligocänformation beschliesst.

Die wahre Aufeinanderfolge dieser und der nächst folgenden Schichtensysteme ist zuerst von Karl Mayer erkannt und von Tournouër bestätigt worden. Während die früheren Beobachter den Falün von Bazas über, und den Falün von Léognan unter den oberen Süsswasserkalkstein von Larrieg verlegten, so zeigte Mayer, dass ihnen die umgekehrte Stellung zukomme, dass also der Falün von Bazas seine Stelle unter, der Falün von Léognan dagegen seine Stelle über jenem Kalksteine einnehme. Die ältere Ansicht mochte wohl darin ihren Grund haben, dass der obere Kalkstein von Larrieg nach allen seinen Eigenschaften dem dortigen unteren Kalksteine, d. h. dem Kalksteine von Villandraut sehr ähnlich ist, weshalb denn beide mit einander leicht verwechselt oder identificirt werden konnten.

6. Süsswasserkalkstein von Villandraut. Dieser nicht sehr mächtige Kalkstein bezeichnet dennoch einen wichtigen Abschnitt, weil er beweist, dass nach der Bildung des Asterienkalksteins und Thones eine bedeutende Emersion Statt gefunden haben muss. Er ist nicht nur bei Villandraut im Thale des Ciron,

---

*) Aus dessen Abhandlung im *Bull. de la soc. géol.* (2). t. 19, p. 1085 ff. deren allgemeine ... te hier mitgetheilt sind.

sondern auch bei Bazas im Thale der Beuve sowie bei dem Weiler Larrieg*) im Thale von Saucats recht deutlich entwickelt und zeigt eine allgemeine Einsenkung nach Nordwesten, von Bazas gegen Bordeaux, in welcher Richtung er sich auch allmälig auskeilt.

Die ihn charakterisirenden Conchylien sind:

*Limnaea girondica*
*Planorbis subpyrenaicus.*
*Paludina Dubuissoni*
*Dreissena Brardii.*
*Potamides Lamarckii*
*Helix girondica*

Auch wird er an seiner Basis fast immer von einer Schicht mit *Cyrena Brongniarti*, *Cerithium plicatum* und *C. margaritaceum* begleitet, welche ihn bei Bordeaux noch allein zu vertreten scheint.

7. Falün von Bazas. Eine oft mächtige, fossilreiche marine Sand-Ablagerung, welche besonders bei Bazas und Sainte-Croix-du-Mont sehr schön aufgeschlossen ist, und daselbst durch ausgedehnte Austerbänke angezeigt wird. Bei Bazas ist sie fast so mächtig, wie der unterliegende Asterienkalkstein; allein bei Larrieg im Thale von Saucats sinkt sie auf einige Meter herab, bei Mérignac erscheint sie nur noch in einzelnen Partieen, und bei le-Haillan hat sie sich gänzlich ausgekeilt.

Diese Etage wird nach Tournouër besonders charakterisirt durch zahlreiche Cerithien und Neritinen, darunter *Cerithium margaritaceum* und *Neritina picta*, durch *Cyrena Brongniarti*, *Ostrea producta Delb.*, *O. crispata Goldf.* und *O. undata Lam.*, sowie dort, wo sie mächtiger ausgebildet ist, noch durch *Lucina multilamellata*, *Cytherea undata*, *Cardita hippopaea*, *Arca cardiiformis*, *Pyrula Lainei*, *Lycophrys lenticularis*. Delbos führt nach *Lucina scopulorum*, *Donax elongatus*, *Dreissena Brardii* u. a. Species auf.

Mit dem Asterienkalksteine hat sie noch gemein:

*Venus Aglaurae*
*Lucina globulosa*
*Triton corrugatus*
*Voluta subharpula*
*Turbinella pugillaris.*
*Cerithium plicatum*
. . . . . . *calculosum*
. . . . . . *gibberosum* und
*Turritella strangulata.*

dagegen fehlen ihr, eben so wie dem Asterienkalksteine, die vielen Species von *Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Buccinum*, *Pecten* und *Pectunculus*. Der ganze Charakter der Fauna und die nicht wenigen mit dem Asterienkalksteine gemeinschaftlichen Species lassen wohl den Falün von Bazas noch als das oberste marine Glied der Oligocänformation Aquitaniens betrachten.

8. Süsswasserkalkstein von Larrieg. Nach der Bildung des Falüns von Bazas fand abermals eine Emersion Statt, und es entstanden einzelne Lagunen von Brackwasser, in welchen sich Schichten mit Cyrenen, Cerithien und

---

* K. Mayer nennt daher diesen Kalkstein in einem Profile vom Jahre 1858 Kalkstein von Larrieg. Da der obere Kalkstein gleichfalls bei diesem Weiler vorhanden ist, und da die Benennungen „unterer Kalkstein von Larrieg" und „oberer Kalkstein von Larrieg" etwas schleppend sein würden, so habe ich mir erlaubt, den ersteren nach Villandraut, wo er allein vorkommt, und den andern nach Larrieg zu benennen, wo er eine förmliche Thalstufe zu bilden scheint.

Paludinen ausbildeten. Obgleich aber diese, durch den (oberen) limnischen Kalkstein von Larrieg angezeigte Emersion ziemlich verbreitet gewesen sein muss, so scheint sie doch in den äusseren Regionen des Bassins nur weniger eingetreten zu sein, weshalb bei Mérignac, Bordeaux und le-Haillan marine und limnische Schichten durch einander vorkommen. Die Süsswasser-Conchylien, die Cyrenen und Cerithien dieses Kalksteins sind genau dieselben, wie in dem tiefer liegenden Kalksteine von Villandraut.

Mit dieser zweiten Süsswasserbildung endigt die Gruppe des Falün von Bazas, und zugleich die oligocäne Formation des Bassins von Bordeaux, indem die höher aufwärts folgenden Schichten den Falüns der Touraine entsprechen.

Die unter Nr. 5 bis 8 aufgeführten Etagen bilden Mayer's Aquitanische Stufe, für deren marine Glieder die folgenden Species als besonders häufige und z. Th. charakteristische Formen zu betrachten sind*):

| | |
|---|---|
| *Scutella subrotunda* | *Arca aquitanica!* |
| *Echinolampas Laurillardi* | . . . *barbata* |
| *Clypeaster marginatus* | . . . *cardiiformis!* |
| *Corbula aquitanica!* | *Cardita hippopaea* |
| . . . . . *Tournoueri!* | *Clotho unguiformis* |
| *Lutraria sanna!* | *Ostrea cyathula* |
| . . . . . *angusta* | . . . . . *hyotis* |
| *Psammobia aquitanica* | *Vermetus turonensis* |
| *Tellina aquitanica* | *Turritella aquitanica!* |
| *Grateloupia difficilis* | . . . . . *Desmarestina* |
| *Venerupis decussata* | . . . . . *gradata* |
| *Meroë Aturi!* | *Trochus subturgidulus* |
| *Venus Aglaurae!* | *Cerithium plicatum* |
| *Cytherea undata* | . . . . . . *margaritaceum* |
| *Cyrena Brongniarti* | . . . . . . *pseudo-obeliscus* |
| *Cardium leognanicum* | . . . . . . *girondicum!* |
| . . . . . *anomalum!* | . . . . . . *salmo!* |
| . . . . . *praecedens* | . . . . . . *fallax* |
| *Lucina globulosa* | . . . . . . *Tournoueri!* |
| . . . . *scopulorum* | . . . . . . *subcorrugatum* |
| . . . . *dentata var. major!* | *Murex Lasseignei* |
| . . . . *multilamella* | *Pyrula Lainei.* |
| . . . . *columbella var. minor!* | *Buccinum duplicatum!* |
| *Mytilus aquitanicus* | *Conus aquitanicus!* |

B. Miocäne Formation der Gegend von Bordeaux.

Wie in der Touraine, so ist die Miocänformation auch bei Bordeaux nur in der Form von Falüns ausgebildet, welche jedoch in der Ebene der Landes eine recht bedeutende Verbreitung gewinnen; es sind dies die Falüns von Léognan und Salles, zwei, nach ihrer Lagerungsfolge und nach ihren Fossilien wesentlich verschiedene Etagen.

1. Falün von Léognan. Dieser Falün erscheint nach Delbos bei Mérignac und Léognan als eine lose Ablagerung von gelblichem oder bläulichgrauem

*) Auch diese Liste sowie die beiden noch folgenden, die Falüns von Léognan und Salles betreffenden Listen verdanke ich der gütigen Mittheilung meines Freundes Karl Mayer.

nde, in welchem eine erstaunliche Menge von wohl erhaltenen Conchylien vor-
mmt, unter denen sich nur noch sehr wenige Species des Asterienkalksteins
rfinden. Eine an mehren Pecten-Arten besonders reiche Schicht eröffnet nach
Mayer gewöhnlich die ganze Bildung, welche da, wo alle tieferen Etagen noch
rhanden sind, wie im Thale von Saucats, dem oberen Süsswasserkalksteine
fliegt, bei Léognan dagegen unmittelbar die mehr oder weniger ausgewühlte
erfläche der Mollasse ossifère bedeckt. Ueber dem dunkel blaulichgrauen
nde folgt bei Saucats ein gelblichweisser feiner Sand, der Falün von Saucats, in
elchem zum Theil andere Fossilien vorkommen, als weiter unten. Ueberhaupt
er zeichnet sich dieser Falün von Léognan aus durch die grosse Armuth an
rithien, und durch den Reichthum an Arten von *Pecten*, *Cardium*, *Turritella*,
*eurotoma* und *Cancellaria*.

Nach K. Mayer sind folgende Species als besonders häufige und zum Theil charakteristische Formen zu betrachten.

Conchiferen.

*Solen vagina*
*Corbula Basteroti*
*Mactra Bucklandi*
. . . . *triangula*
*Lutraria latissima!*
*Donax transversus*
*Grateloupia triangularis*
. . . . . . . *donaciformis!*
*Tapes vetula*
. . . *Basteroti!*
*Cytherea umbonaria*
*Venus casinoides*
*Tellina strigosa!*
*Psammobia Labordei!*
*Isocardia burdigalensis!*
*Cardium discrepans*
. . . . . *multicostatum*
. . . . . *Paulense!*
. . . . . *saucatsense!*
. . . . *Gallense*
*Cardita pinnula*
*Arca burdigalina!*
. . . *latisulcata*
*Avicula phalaenacea*
*Pinna Brocchii*
*Pecten Beudanti!*
. . . *burdigalensis*
. . . *opercularis*
*Anomia burdigalensis*

Gastropoden.

*Calyptraea deformis*
. . . . . . . *depressa*
*Natica saucatsensis*
*Turritella acuta!*
. . . . . *turris*
. . . . . *terebralis*
*Proto cathedralis*
*Tornatella punctulata*
*Trochus patulus*
. . . . . *Audebardi*
*Xenophora Deshayesi*
*Cerithium pictum*
. . . . . *Paulinae!*
*Ranella marginata*
*Murex subasperrimus*
. . . . *lingua bovis*
. . . . *sublavatus*
*Pleurotoma asperulata*
*Pleurotoma Borsoni!*
. . . . . . *cataphracta*
. . . . . . *semimarginata*
. . . . . . *obeliscus*
. . . . . . *pseudofusus*
*Cancellaria acutangularis*
. . . . . . *contorta*
. . . . . . *doliolaris!*
. . . . . . *trochlearis!*
. . . . . . *Geslini!*
*Cassis incrassata*
. . . *Rondeleti!*
*Buccinum baccatum!*
. . . . . *Veneris*
. . . . . *Caronis*
. . . . . *Basteroti*
. . . . . *politum!*
*Terebra Basteroti*

| | |
|---|---|
| *Terebra cinerea* | *Ancillaria glandiformis.* |
| . . . . *fuscata* | *Oliva flammulata* |
| . . . . *pertusa* | . . . *plicaria* |
| *Voluta ficulina* | *Conus burdigalensis!* |
| . . . . *rarispina* | . . . *Borsoni* |

2. Falün von Salles. Bei Salles, nordwestlich von Bordeaux, findet sich dieser Falün in seiner typischen Ausbildung als ein feiner, sehr muschelreicher Sand, wie er denn überhaupt in dem Département der Landes sehr verbreitet, und auch bei Mérignac unweit Bordeaux, sowie bei Saucats in kleineren Ablagerungen bekannt ist. Schon Des-Moulins erkannte, dass dieser Falün eine etwas jüngere Fauna enthalte, als jener von Léognan, was später von Delbos und Raulin vollkommen bestätigt wurde, weshalb man ihn wohl für eine pliocäne Bildung erklären zu können meinte; indessen glaubt Tournouër ihn nicht von der Miocänformation trennen zu dürfen.

Von Conchylien sind *Cardita Jouanneti Desh.*, *Ostrea crassissima Lam.* und *Voluta Lamberti Sow.* sehr bezeichnend; dazu gesellen sich jedoch nach Delbos viele pliocäne Formen, wie *Panopaea Faujasi Bast.*, *Tellina tumida Brocc.*, *Venus plicata Brocc.*, *Cardium hians Brocc.*, *Arca mytiloides Brocc.*, *Fusus clavatus Brocc.* und andere.

Nach K. Mayer kommen folgende Species besonders häufig vor, von denen die sehr charakteristischen mit einem ! bezeichnet sind.

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Panopaea Menardi* | *Cardita Jouanneti!* |
| *Lutraria elliptica* | . . . . *antiquata* |
| *Mactra adspersa* | *Arca helvetica!* |
| *Tellina crassa* | . . . *turonica!* |
| . . . . *ventricosa!* | . . . *mytiloides!* |
| . . . . *serrata!* | *Pectunculus insubricus!* |
| *Venus plicata!* | . . . . . . . *turonicus!* |
| . . . . *fasciculata!* | . . . . . . . *pilosus* |
| *Cytherea pedemontana* | *Nucula laevigata* |
| *Cardium echinatum!* | *Pecten gallicus!* |
| . . . . . *hinas!* | . . . . *burdigalensis var.* |
| *Lucina borealis* | . . . . *opercularis!* |
| *Lepton insigne* | *Ostrea undata!* |
| *Astarte scalaris!* | . . . . *crassissima!* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Sigaretus haliotoideus!* | *Pleurotoma carinifera* |
| *Natica redempta!* | . . . . . . *calcarata!* |
| *Turritella Sallomacina!* | *Cancellaria inermis!* |
| . . . . . *Orbignyana* | . . . . . . . *cancellata* |
| *Ficula intermedia!* | . . . . . . . *uniangulata!* |
| . . . . *geometra!* | *Bulla lignaria* |
| *Cassis sulcosa!* | *Conus Puschii* |

Als noch jüngere quartäre Bildung breitet sich endlich über diesen Faluns die mächtige Sandablagerung der Départements der Gironde und der Landes aus, welche den eigenthümlichen, fast wüstenähnlichen Charakter dieser Landschaften bedingt.

### §. 447. *Oligocäne und miocäne Formation bei Dax.*

Auch im äussersten südwestlichen Theile von Frankreich, in dem Bassin des Adour, sind die Tertiärbildungen ziemlich vollständig zur Entwicklung gelangt, und gestatten, ungeachtet mancher petrographischer und paläontologischer Eigenthümlichkeiten, dennoch eine hinreichende Parallelisirung mit den gleichalterigen Bildungen der Gegend von Bordeaux.

Das Thal des Adour bildet im Département der Landes die Gränze zweier Landschaften von sehr verschiedenem Charakter, welche unter den Namen des Marensin und der Chalosse bekannt sind. Das auf dem rechten Ufer sich ausbreitende Marensin gehört schon der weit ausgedehnten sandigen Ebene der Landes an; die am linken Ufer gelegene Chalosse dagegen steigt mit einer Reihe von Hügeln auf, welche nach Süden immer höher werden und in das bergige Vorland der Pyrenäen übergehen; in dieser Landschaft haben die Ophit-Eruptionen sehr bedeutende Störungen des ursprünglichen Gebirgsbaues der sedimentären Formationen verursacht.*)

Auch im Bassin des Adour bildet die Kreideformation den eigentlichen Untergrund des Landes, obgleich sie nur hier und da zu Tage austritt. In der Gegend von Dax kennt man eigenthümliche dunkelrothe Dolomite, welche zwar gewöhnlich für metamorphosirte Gesteine der Kreideformation gehalten werden, nach Delbos aber möglicherweise in noch näherer Beziehung zu der Nummuliten-Formation stehen dürften, die in der Chalosse zunächst über der Kreide vorhanden ist, jedoch fast innerhalb des ganzen, zwischen dem Adour und dem Gave de Pau enthaltenen Raumes von jüngeren Tertiärbildungen bedeckt wird.

Zu diesen letzteren gehört zuvörderst eine noch etwas problematische Süsswasserbildung, welche aus festen grobkörnigen Quarziten und stellenweise, wie bei Saint-Lon aus kohlenführendem Sandstein und bituminösem Mergel besteht, deren Kohlenflötze eine der Steinkohle ganz ähnliche Kohle führen. Dann aber folgen diejenigen Bildungen, welche von Grateloup und Delbos als *faluns bleus* und *faluns jaunes* unterschieden worden sind**), und denen wir zunächst unsere Aufmerksamkeit schenken wollen.

A. Oligocäne Bildungen; (*Faluns bleus* und *F. jaunes* z. Th.).

Als solche sind gewisse Kalksteine und Mergel zu betrachten, welche uns ziemlich genau eine Wiederholung des Asterienkalksteins, der Mollasse ossifère und des Faluns von Bazas vorführen, während die Süsswasserkalksteine vermisst werden, denen dieser letztere Falün in der Gegend von Bordeaux eingeschaltet ist. Nach Delbos lassen sich folgende Etagen unterscheiden.

1. Mergel mit *Natica maxima*. Sie finden sich nur an einigen Puncten wie bei Gaas und Cazordite, und erscheinen als bläulichgraue, meist sehr feine Mergelthone, welche durch ihre Fossilien als ein theilweises Aequivalent des

*) Mit diesen Ophit-Eruptionen pflegt man auch das Vorkommen der fast kochendheissen Quelle in Dax, sowie das der Salzquellen, des Erdöls und Bitumens in Verbindung zu bringen, welche dort mehrorts bekannt sind.

**) *Delbos*, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 4, *p.* 712 ff., besonders aber *t.* 5, *p.* 417 ff., welcher letzteren Abhandlung das Folgende meist entnommen ist.

Asterienkalksteins charakterisirt werden. Bei Lesbarritz unweit Gaas wechseln diese Mergel mit Schichten eines schmutzig weissen, sehr kalkreichen Sandes, in welchem zum Theil einige andere Fossilien vorkommen, als an den übrigen Orten.

Delbos führt aus diesen Gesteinen folgende Species auf:

| | |
|---|---|
| *Nummulites intermedia* (Lesbarritz) | *Delphinula scobina Bast.* |
| *Natica maxima Grat.* | *Turritella strangulata Grat.* |
| . . . . *crassatina Desh.* | *Cerithium gibberosum Grat.* |
| . . . . *ponderosa Desh.* | . . . . . *lemniscatum Brong.* |
| *Ampullaria crassatina Lam.* | *Strombus latissimus Grat.* |
| *Trochus labarum Bast.* | *Cypraea splendens Grat.* |
| . . . . *Boscianus Brong.* | *Conus deperditus Brong.* |
| *Turbo Parkinsoni Bast.* | |

Fast alle diese Species finden sich auch im Asterienkalksteine, und die Nummuliten von Lesbarritz beweisen uns abermals das bisweilige Hinaufreichen dieser Foraminiferen bis in die tieferen Schichten der Oligocänformation.

2. Kalksteine; (*calcaires coquilliers*). Ueber den blaulichgrauen Mergeln folgen an mehren Orten graue, harte, an Abdrücken und Steinkernen von Conchylien sehr reiche Kalksteine, welche bei Gaas und Garans gewonnen werden, und in ihren Fossilien gleichfalls die Signatur des Asterienkalksteins erkennen lassen. Bei Lesperon, zwischen Dax und Tercis, kommen blaulichgraue semikrystallinische Kalksteine vor, welche ebenfalls hierher gerechnet werden: so auch der gelbliche Kalkstein des Tuc-du-Saumon bei Louer, welcher kleine Nummuliten und sehr viele Korallen umschliesst. Bei Bastennes ist der Kalkstein sehr stark mit Bitumen imprägnirt, und enthält unter anderen auch *Crassatella tumida*.

Delbos führt von Gaas folgende Formen auf:

| | |
|---|---|
| Nummuliten | *Trochus Benettiae Sow.* |
| Milioliten | *Turbo Parkinsoni Bast.* |
| *Asterias laevis DesM.* | *Delphinula scobina Bast.* |
| *Fibularia ovata Ag.* | *Natica maxima Grat.* |
| *Pecten Billaudelii DesM.* | *Strombus latissimus Grat.* |

3. Sand mit brackischen Conchylien. Dieser an Conchylien sehr reiche Falün findet sich bei Saint-Avit, nördlich von Mont-de-Marsan im Marensin, sowie bei Saint-Sever in der Chalosse, und wird durch seine Fossilien als das Aequivalent des Falun von Bazas charakterisirt.

Delbos nennt aus ihm folgende Species:

| | |
|---|---|
| *Lucina scopulorum Brong.* | *Melanopsis Dufourii Fér.* |
| *Cytherea undata Bast.* | *Neritina picta Fér.* |
| *Chama florida Lam.* | *Cerithium plicatum Lam.* |
| *Mytilus antiquorum Sow.* | *Pyrula Laenei Bast.* |

4. Falün mit vielen Echiniden. Sandige, dunkel blaulichgraue, oft mit Geröllen gemengte Mergel, welche in der Chalosse an vielen Punkten bekannt und besonders durch die Ueberreste von Echiniden, namentlich von *Clypeaster marginatus Lam.*, *Echinolampas Kleinii DesM.*, *E. semiglobosus DesM.* und *Conoclypus Bordae Ag.* charakterisirt sind, zu denen sich unter anderen auch

*Panopaea Faujasii*, *Cytherea islandicoides*, sowie viele Cetaceenknochen und Fischzähne gesellen, wodurch die ganze Bildung an die *Mollasse ossifère* von Bordeaux erinnert, während sie durch ihre Echiniden dem Falün von Léognan näher zu stehen scheint.

B. Miocäne Bildungen. Hierher gehört wohl der grösste Theil von denjenigen Schichten, welche Delbos unter dem Namen der *faluns jaunes* aufführte; sie sind besonders auf dem rechten Ufer des Adour, also in der Ebene des Marensin sehr verbreitet.

1. Falün von Saint-Paul. Mit ihm beginnen die eigentlichen Falüns des Bassins des Adour; es ist ein gelblicher mit Conchylien erfüllter Sand, welcher besonders in der Gegend von Saint-Paul, nicht weit nördlich von Dax, sehr entwickelt ist, und grösstentheils dieselben Fossilien enthält, wie der Falün von Léognan und Saucats bei Bordeaux. Delbos ist geneigt, auch den blaulichgrauen Sand von Saubrigues hierher zu rechnen, obgleich derselbe mehre bei Saint-Paul nicht vorkommende Fossilien enthält.

Die Schichten von Saubrigues wurden bisher weit höher hinauf gestellt. Nach einer brieflichen Mittheilung meines verehrten Freundes Karl Mayer ist jedoch ihre Stellung neuerdings sehr zweifelhaft geworden, seitdem Stur bewiesen hat, dass die mit den Schichten von Baden (im Wiener Bassin) paläontologisch identischen blauen Mergel von Lapugy (in Siebenbürgen) unter dem Leithakalke liegen. Da nun Saubrigues in paläontologischer Hinsicht mit Baden und Lapugy übereinstimmt, so bliebe fast nichts Anderes übrig, als seine Schichten zwischen den Falüns von Léognan und Salles einzureihen.

2. Kalkstein mit *Cardita Jouanneti*. Ein theils blaulichgrauer und harter, theils gelblicher, sandiger oder erdiger, oft sehr cavernoser Kalkstein, welcher den einzigen Baustein im Marensin liefert, weshalb er denn bei Mont-de-Marsan, Roquefort und an vielen anderen Orten gebrochen wird. Bei Gaujac geht er in einen mit Bitumen stark imprägnirten Sand über; auch bei Orthez erscheint diese Etage als ein blaulicher, sehr muschelreicher Sand.

Von den organischen Ueberresten, welche oft nur als Abdrücke und Steinkerne vorliegen, sind vorzüglich zu nennen

*Cardita Jouanneti*
*Cytherea islandicoides*
*Pectunculus pilosus*
*Cardium hians*
*Pecten Beudanti*
*Ostrea crassissima* und
*Fusus clavatus*.

Schon diese wenigen Species dürften es vollkommen rechtfertigen, diese Etage als das Aequivalent des Falüns von Salles bei Bordeaux zu betrachten.

## Drittes Kapitel.

## Tertiärformationen im südlichen England.

### §. 448. *Eocänformation im südlichen England.*

Im südlichen England existirt eine recht vollständige Reihenfolge der Eocän- und Oligocänformation, wie besonders aus den Arbeiten von Prestwich und Forbes hervorgeht, durch welche die früheren Ansichten über die eigentliche

Gliederung der englischen Tertiärformation und über ihre Parallelisirung mit der nordfranzösischen eine wesentliche Aenderung erfahren haben*). Wir wollen daher unsere Darstellung in einer diesen neueren Forschungen möglichst entsprechenden Weise zu geben versuchen.

Die Eocänformation Englands ist besonders im Bassin der Themse, also in der Umgegend von London, und im Bassin von Hampshire, hier zumal auf der Insel Wight, zur Ausbildung gelangt. Sie zeigt aber nicht nur in beiden Bassins mancherlei Verschiedenheiten, sondern auch überhaupt eine in petrographischer Hinsicht so abweichende Facies von den Eocänbildungen Nordfrankreichs, dass es den Anschein gewinnen könnte, als sei schon bald nach dem Anfange der Tertiärperiode eine Trennung Englands von Frankreich eingetreten, wenn nicht an den Nordküsten Frankreichs Verhältnisse vorlägen, welche während der eocänen Periode noch einen Zusammenhang beider (damals theilweise submergirter) Länder zu beweisen scheinen, und uns nöthigen, die bei Paris und London obwaltenden petrographischen Verschiedenheiten aus den verschiedenen Verhältnissen der Submersion, der Strömungen und der Zuflüsse im Norden und im Süden zu erklären. Beachten wir aber die paläontologischen Verhältnisse, so ergiebt sich, dass, bei allen petrographischen Verschiedenheiten, dennoch diesseits und jenseits des Canals eine ziemliche Gleichförmigkeit in der Gliederung der Eocänformation obwaltet.

Indem wir die verschiedenen Schichtensysteme unter ihren in England gebräuchlichen Namen aufführen, und solche mit den Gruppen der nordfranzösischen Tertiärformation vergleichen, erhalten wir nämlich folgende Uebersicht:

Eocänformation.

| | in Frankreich. | in England. |
|---|---|---|
| I. | Thanetsand; (nur im Norden, von Calais bis Lille bekannt) . . . . | *Thanet-sand.* |
| | *Sables inférieurs* . . . . . . . . . . | *Woolwich and Reading-series.* |
| | Londonthon; (nur im Norden, von Dieppe über Calais bis Lille) . . | *Londonclay and Bognor-beds.* |
| II. | *Calcaire grossier* . . . . . . . . . | *Bagshot and Brackleshain-sands.* |
| III. | *Sables moyens* . . . . . . . . . . | *Barton-clay.* |

Oligocänformation.

| | in Frankreich. | in England. |
|---|---|---|
| IV. | Mittlere Süsswasserbildung . . . . | *Headon-series, Osborne-beds and Bembridge-beds.* |
| V. | *Sables supérieurs* . . . . . . . . . | *Hempstead-beds.* |
| VI. | Obere Süsswasserbildung . . . . . | fehlt in England. |

Eine etwas speciellere Betrachtung dieser englischen Schichtensysteme wird die vorstehende Parallelisirung hinreichend rechtfertigen.

I. Aequivalente der *sables inférieurs*. Diese Gruppe zeigt in England noch die grösste Uebereinstimmung mit den französischen Schichten,

*) Prestwich im *Quarterly Journal of the geol. soc.* III, 1847, 354 ff. und 378 ff.; VI. 1850, 252 ff: VIII, 235 ff.; X, 1854, 401 ff.; XI, 1855, 206 ff.; XIII, 1857, 90 ff. und Forbes, *ibidem* IX, 259 ff.

indem sie gleich ihnen wesentlich aus Sand und Thon besteht. Nach Prestwich sind in ihr folgende Glieder zu unterscheiden, welche jedoch nicht durchgängig als aequivalent mit denen in §. 442 aufgeführten Gliedern des unteren Sandes im Seinebassin zu betrachten sind.

1. *Thanet-sand.* In Kent wird die Kreide unmittelbar von einem marinen Sande überlagert, welcher in dem ganzen Raume zwischen Sandwich, Canterbury und den Reculvers verbreitet ist. Am besten sieht man ihn östlich von Herne-Bay bei Ramsgate und auf der Halbinsel Thanet, daher der Name; an den Reculvers scheint er 70 bis 80 Fuss stark zu sein; bei Canterbury ist er 80 bis 90, bei Woolwich 60, und unter der Stadt London 30 bis 40 Fuss mächtig: weiter nach Westen keilt er sich allmälig aus, wesshalb er denn auch auf der Insel Wight gar nicht vorhanden ist.

Es ist ein weisser oder doch hellfarbiger, nach unten etwas thoniger, selten (wie bei Herne-Bay) kalkiger Quarzsand, der in seinen tiefsten Schichten auf 2 bis 6 Fuss Höhe ganz erfüllt mit Glaukonit ist, während er höher aufwärts nur sparsame Körner desselben enthält. Auch Flintgerölle kommen nur sehr einzeln vor; doch liegt unmittelbar über der Kreide überall eine Schicht, welche nur aus ihnen besteht.

Im Allgemeinen ist dieser Sand arm an Fossilien; da er nämlich die wasserhaltige Schicht unter dem Londonthone bildet, so sind wohl die meisten Conchylien im Laufe der Zeit aufgelöst und entfernt worden. Am häufigsten findet sich *Cyprina Morrisii Sow.*; ausserdem sind nicht selten:

| | |
|---|---|
| *Cucullaea crassatina Lam.* | *Nucula Bowerbankii Sow.* |
| *Corbula longirostris Desh.* | *Ampullaria subdepressa Morr.* |
| *Cytherea orbicularis Morr.* | *Scalaria Bowerbankii Sow.* |
| *Leda substriata Morr.* | *Nodosaria Wheterellii Jones* |
| *Thracia oblata Sow.* | Spuren verkohlter Pflanzen. |
| *Pholadomya cuneata Sow.* | |

Ueberhaupt kennt man bis jetzt 36 Species von Conchylien, von denen 9 bis in den Londonthon hinaufgehen.

2. *Woolwich and Reading Series.* Unter diesem Namen vereinigte Prestwich die marinen Sande und Thone nebst der ihnen eingeschalteten Süsswasserbildung, welche das zunächst über dem Thanetsande abgelagerte Schichtensystem bilden, und in der Hauptsache als das Aequivalent der Gruppe des unteren Sandes im Pariser Bassin zu betrachten sind.

Auf der Insel Wight besteht dieses Schichtensystem fast gänzlich aus reinen, zähen, bunten Thonen, welche sich nach Osten bis in die Nähe von London erstrecken; dort aber finden sich immer mehr Zwischenlager von Sand und Geröll ein, welche den Thon allmälig verdrängen. Weiter östlich keilt sich der Thon gänzlich aus, und, mit Ausnahme einiger Geröllschichten, besteht Alles aus weissem und grünlichem Sande, in welchem zuletzt nur noch marine Conchylien vorkommen.

Bei London selbst schiebt sich mitten zwischen diese Thone und Sande eine aus bunten Thonen nebst Braunkohlen bestehende fluviatile Bildung ein, welche das Aequivalent des plastischen Thones und Lignites des Pariser

Bassins und, wie dort so auch hier, durch *Cyrena cuneiformis*, *Cerithium variabile*, *Melania inquinata*, *Melanopsis buccinoidea*, Paludinen und andere brackische oder limnische Conchylien charakterisirt ist.

Es ist nun besonders die untere, noch westlich von London durch *Ostrea bellovacina* ausgezeichnete Abtheilung des ganzen Schichtensystems, in welchem auch andere marine Conchylien vorkommen, welche trotz ihrer geringen Anzahl hinreichen, um die Identität dieser Abtheilung mit dem Sande von Bracheux zu beweisen, für welche auch die Ueberlagerung der braunkohlenführenden fluviatilen Bildung spricht, welche in England genau so wie in Frankreich Statt findet. Die obere, über den Braunkohlen liegende Abtheilung dagegen erscheint zwar ihrer Lagerung nach als das Aequivalent des Sandes von Cuise, ohne doch durch ihre Fossilien als solches charakterisirt zu sein.

In Ost-Kent sind für die untere Abtheilung

| | |
|---|---|
| *Teredina personata Desh.* | *Cucullaea crassatina Lam.* |
| *Pectunculus terebratularis Lam.* | *Corbula regulbiensis Morr.* |
| *Cytherea bellovacina Desh.* | *Cardium plumsteadiense Sow.* |
| *Cyprina scutellaria Desh.* | *Ostrea bellovacina Lam.* |

als vorzüglich bezeichnende Species zu betrachten. In West-Kent enthält dieselbe Abtheilung nur einige brackische Conchylien, wogegen die obere Abtheilung bei Woolwich und Bromley, neben fluviatilen und brackischen, auch mehr marine Conchylien beherbergt. Fasst man die ganze Reihe zusammen, so sind es 42 Species, von denen 19 auch im Sande von Bracheux und Reims, und 9 in den Lignitablagerungen des Soissonnais vorkommen. Berücksichtigt man nun die Wiederkehr von marinen Fossilien über den Braunkohlen und bunten Thonen, sowie die theilweise Abwechslung dieser letzteren mit den marinen Sanden, so scheint es, dass alle diese Schichten zu einer und derselben Gruppe vereinigt werden müssen.

Anm. *The basement bed of the London-clay.* Nach Prestwich findet sich sehr häufig an der Basis des Londonthones und seiner Aequivalente eine nur 1 bis 5 Fuss mächtige Schicht, welche aus mehr oder weniger eisenschüssigem und glaukonitischem Sande mit Flintgeröllen besteht, oft auch durch ein kalkiges Cäment zu Platten von Sandstein oder Conglomerat verkittet ist, nach unten aber sehr scharf am bunten Thone abschneidet. Diese Grundschicht des Londonthones breitet sich ohne Unterschied über allen den verschiedenen tieferen Schichten aus; sie lässt sich von der Insel Wight bis nach Woolbridge in Suffolk nachweisen, und ist überall mit ähnlichen Eigenschaften vorhanden. Ihr Material stammt offenbar aus den unterliegenden Schichten, aus den Sandschichten des bunten Thones und den grossen Flintgeröllbänken von Woolwich und Bromlay, und ist bei einer Senkung des Meeresbodens gleichmässig ausgebreitet worden. Die Grundschicht enthält stellenweise viele Fossilien, welche mit denen des Londonthones identisch sind; sie eröffnete daher die Bildung desselben, und ist paläontologisch mit ihm zu vereinigen.

3. *Londonclay* und *Bognor-beds.* Die Hauptmasse des Londonthons zeigt in seiner ganzen Ausdehnung eine so entschiedene petrographische Einförmigkeit, dass er schon daran zu erkennen ist. Auf Wight und westlich von London besteht diese sehr mächtige Etage aus braunem oder blaulichgrauem Thon mit eingeschalteten Lagern von Mergelnieren, welche zumal im braunen Thone sehr häufig vorkommen, als Septarien ausgebildet sind und einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefern. Eisenkies und Gypskrystalle gehören

gewöhnlichen Accessorien dieses Thones. Auch östlich von London, bei ;ross, Upnor und Herne-Bay, erscheint die Bildung mit ähnlichen Eigen-n. Alle Durchschnitte und die vielen artesischen Brunnen lehren, dass ndonthon eine fast homogene, mehre 100 Fuss mächtige Ablagerung von , vorwaltend braunem Thone bildet; dass er in seiner ganzen Mächtigkeit wesentlich verschiedenen untergeordneten Lager enthält, und dass die schen Ueberreste in ihm sehr ungleich vertheilt, also bald zahlreich, bald m vorhanden sind, bald auch gänzlich vermisst werden. Seine grösste gkeit von 500 Fuss erreicht er auf der Insel Sheppey; von dort aus nach a über London und Reading nimmt solche ganz allmälig ab, bis er sich ı bei Marlborough gänzlich auskeilt. *)

Da der Londonthon eine ganz eigenthümliche Etage der englischen Eocänforon ist, so möge hier ein Verzeichniss derjenigen Mollusken eingeschaltet wer- welche nach Prestwich als besonders häufige und charakteristische Species etrachten sind.

Brachiopoden.

*Terebratulina striatula Sow.*

Conchiferen.

*Teredo antenautae Sow.*
*Syndosmya splendens Sow.*
*Pholadomya margaritacea Sow.*
*Pinna affinis Sow.*
*Pectunculus decussatus Sow.*
. . . . . . . *terebratularis Lam.*
*Neaera inflata Sow.*
*Nucula amygdaloides Sow.*
. . . . *Bowerbankii Sow.*
*Panopaea intermedia Sow.*
. . . . . *corrugata Sow.*
*Cyprina planata Sow.*
*Cryptodon angulatus Sow.*
. . . . . . *Goodhalli Sow.*
*Modiola elegans Sow.*
*Corbula globosa Sow.*
*Cytherea obliqua Desh.*
*Cardium nitens Sow.*
. . . . . *plumsteadiense Sow.*
*Cardita Brongniarti Sow.*
. . . . *quadrata Sow.*
*Astarte rugata Sow.*
*Pecten corneus Sow.*
*Avicula papyracea Sow.*
. . . . . *media Sow.*
*Ostrea elephantopus Sow.*
. . . . *tabulata Sow.*
*Anomia lineata Sow.*

Gastropoden.

*Dentalium nitens Sow.*
*Conus concinnus Sow.*
*Actaeon simulatus Sow.*
*Bulla attenuata Sow.*
*Cypraea oviformis Sow.*
*Natica labellata Lam.*
. . . . *patula Desh.*
. . . . *sigaretina Sow.*
*Cancellaria laeviuscula Sow.*
*Cassidaria nodosa Brand.*
. . . . . . *striata Sow.*
*Phorus extensus Sow.*
*Murex coronatus Sow.*
*Cerithium Charlesworthii Prestw.*
*Turritella imbricataria Lam.*
*Aporrhais Sowerbyi Mant.*
*Rostellaria lucida Sow.*
*Fusus bifasciatus Sow.*
. . . . *interruptus Sow.*
. . . . *coniferus Sow.*
. . . . *curtus Sow.*
. . . . *trilineatus Sow.*
*Pyrula angulata Edw.*
. . . . *Smithii Sow.*

---

Vergl. Whitaker, im *Quart. Journal of the geol. soc. vol.* 18, 1862, *p.* 258 ff., wo : westliche Verschmälerung und Auskeilung für alle drei unteren Abtheilungen der en Eocänformation nachgewiesen wird.

| | |
|---|---|
| *Voluta nodosa Sow.* | *Pleurotoma prisca Sow.* |
| *. . . . denudata Sow.* | *. . . . . . . . colon Sow.* |
| *. . . . protensa Sow.* | *. . . . . . . . comma Sow.* |
| *. . . . Wheterellii Sow.* | *Scalaria reticulata Sow.* |
| *Pleurotoma acuminata Sow.* | *Solarium patulum Sow.* |

Cephalopoden.

| | |
|---|---|
| *Nautilus imperialis Sow.* | *Nautilus centralis Sow.* |
| *. . . . . regalis Sow.* | *. . . . . ziczac Sow.* |

Dazu gesellen sich noch von Anneliden *Ditrupa plana Sow.* und *Vermicularia Bognoriensis Mant.*

Von Wirbelthieren fanden sich besonders viele Schildkröten, ein Crocodil, eine grosse Seeschlange, Vögel, *Lophiodon, Hyracotherium, Coryphodon* u. a.

Dieser Londonthon wurde nun bis zum Jahre 1847 allgemein für das Aequivalent des Pariser Grobkalkes gehalten, was theils in unvollständigen, theils in unrichtigen Vergleichungen der Fossilien sehr verschiedener Schichten und Localitäten seinen Grund hatte. Allein eine genauere von Prestwich durchgeführte Vergleichung lehrte, dass sich unter den 224 Mollusken des eigentlichen Londonthons (im Themsebassin) nur 14 Species des Grobkalkes befinden, welche nicht einmal zu den Leitfossilien des letzteren gerechnet werden können. Auch ist der allgemeine Charakter der Fauna ein verschiedener; denn im Londonthone walten Cephalopoden, phytophage Gastropoden und dimyare Conchiferen, im Grobkalke dagegen zoophage Gastropoden und monomyare Conchiferen vor. Der Grobkalk ist ferner reich an Foraminiferen und Korallen, enthält aber keine Reptilien, nur einen Fisch und nur ein paar Pflanzen; der Londonthon dagegen hält nur wenige Foraminiferen, darunter gar keine Nummuliten, und wenige Korallen, dafür aber 21 Reptilien, 83 Fische und mehre hundert Pflanzen, welche letztere zumal auf der Insel Sheppey ausserordentlich angehäuft sind *). Hieraus folgte denn, dass die frühere Parallelisirung des Londonthones mit dem Grobkalke unrichtig war, und eine sorgfältige Untersuchung lehrt, dass er nur mit den mittleren und oberen Etagen der *sables inférieurs* verglichen werden kann.

Eben so unrichtig war aber auch die Wahl derjenigen Schichten, welche man früher in Hampshire als die Aequivalente des Londonthones zu betrachten pflegte, indem man, verleitet durch petrographische Aehnlichkeiten, den Bartonclay dafür erklärte, welcher aber ein viel höheres Niveau behauptet. Indem Prestwich die so charakteristische Unterlage des Londonthones mit *Ostrea bellovacina* bei Kembridge in Hampshire auffand, gewann er einen sehr bestimmten Horizont, von welchem ausgehend er zu dem Resultate gelangte, dass es dort die sogenannten *Bognor-beds* (dunkelgraue kalkige Sandsteine und sandige Kalksteine) sind, welche als die eigentlichen Repräsentanten des Londonthons betrachtet werden müssen.

Die bisher betrachteten drei Schichtensysteme des Thanetsandes, der Woolwich-Reading-Series und des Londonthones vereinigt Prestwich unter dem

*) Diese Insel besteht ganz aus Londonthon, welcher an der Nordseite derselben in 200 Fuss hohen Wänden ansteht, die immer nachstürzen, so dass die Insel von Norden her immer kleiner wird, während sie auf der Südseite durch Anschwemmung wächst. Der Thon ist ganz identisch mit dem von Highgate und Regentspark, und wimmelt von Septarien, welche durch die See herausgewaschen werden. Seine Mächtigkeit muss dort über 500 Fuss betragen; denn bei Sheerness ist er noch 350 F. tief durchsunken worden. Berühmt ist Sheppey durch die grosse Menge von Pflanzenresten, zumal von Früchten, die meist verkiest sind, und fast alle auf tropische Pflanzenformen verweisen, wie die Untersuchungen von [illegible]nk gelehrt haben.

Namen *London-Tertiary-Group*, weil sie ihre hauptsächliche Entwickelung bei London und in der weiteren Umgebung dieser Stadt gefunden haben. Eben so fasst er die folgenden Schichtensysteme unter dem Namen *Paris-Tertiary-Group* zusammen, weil sie in dem Pariser Bassin weit vollständiger entwickelt sind.

II. Aequivalente des *calcaire grossier*. Wenn sonach dem Londonthon eine tiefere bathrologische Stellung zukommt, als dem Grobkalke, so mussten andere, über ihm liegende Schichten als die Aequivalente des letzteren aufgesucht werden. Als solche erkannte nun Prestwich einestheils den Bagshot-sand, anderntheils die Schichten von Bracklesham.

4a. *Bagshot-sand.* In der Gegend von London liegt vielorts über dem Londonthon eine sandige Ablagerung, welche gewöhnlich dürre Sandstrecken bildet, und zuerst von Warburton beschrieben worden ist. Die so fruchtbaren Regionen des Londonthons stechen auffallend ab gegen die Hügel und steilen Sandabhänge dieser Bildung, welche immer unbedeckt ist, und nach Bagshot in Surrey, einem Hauptpunkte ihres Vorkommens, den Namen Bagshotsand erhalten hat. Ihre Mächtigkeit beträgt 400 bis 500 Fuss; in der Hauptsache ist es ein gelber Quarzsand, der nach unten blos Spuren von Pflanzen, nach oben sehr sparsame Conchylien enthält, in der Mitte aber, wo dunkelgrüner glaukonitreicher Sand nebst Schieferthon und bunten Thonen eine 30 bis 36 Fuss mächtige Einlagerung bilden, stellenweise reich an Conchylien ist, obwohl auch dort bis jetzt nur 16 Species nachgewiesen wurden.

Was nun zunächst die untere, fossilfreie Abtheilung dieses Bagshotsandes betrifft, welche von Southend in Essex westwärts bis jenseits Hampshire, immer über dem Londonthone, als eine Ablagerung von hellfarbigem Quarzsande mit einigen schmalen Thonlagen und mit seltenen Concretionen eines kieseligen Sandsteins verfolgt werden kann, so hat Prestwich zu beweisen gesucht, dass sie wohl dieselbe Sandablagerung sei, welche auch bei Cassel, südlich von Dünkirchen, den Londonthon unmittelbar überlagert, und weiter östlich, bei Tournay in Belgien, sehr reich an *Nummulites planulata* ist*). Wenn sich diese Deutung bestätigt, so würde der untere Bagshotsand dem Sande von Cuise-Lamotte und den *lits coquilliers* d'Archiac's entsprechen; und allerdings scheint solche Deutung dadurch unterstützt zu werden, dass die vorerwähnte Glaukonit-Einlagerung unter ihren Conchylien 10 Species enthält, welche auch in Frankreich die unteren Schichten des Grobkalkes charakterisiren. Prestwich vergleicht daher den mittleren Bagshotsand mit dem Brackleshamsande, als dem unzweifelhaften Aequivalente des Grobkalkes, und hält es nicht für unwahrscheinlich, dass der obere Bagshotsand schon ein Aequivalent des Bartonthones sei**).

Auf der Insel Wight ist der Bagshotsand sehr entwickelt, und in der Whitecliffbay die Gränze zwischen ihm und dem braunen Londonthon sehr gut zu erkennen. Er besteht anfangs aus einer vielfachen Wechsellagerung von hellgrauen bis weissen Sandschichten mit weissen Thonschichten; dann folgt eine Sandsteinbank, und darüber gelber, glimmeriger Sand, welcher die Hauptmasse bildet; dieser wird von einer Schicht Flintgeröll bedeckt, worauf grauer Thon, Schieferthon und brauner Thon mit Gypskrystallen das Ganze beschliessen. An der Westseite der Insel, in der Alumbay, erlangt der Bagshotsand eine Mächtigkeit von wenigstens 660 Fuss;

*) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 11, 1855, *p.* 231.

**) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 13, 1857, *p.* 132.

er wird daselbst von verschiedentlich gefärbten Sanden und Thonen, mit untergeordneten Lagern von Eisenstein gebildet, und enthält eine 6 Fuss mächtige Schicht von Pfeifenthon, welche sehr reich an Pflanzenresten, und auch bei Bournemouth und Corfe-Castle auf der Halbinsel Purbeck bekannt ist. Die wichtigsten dieser von De la Harpe bestimmten Pflanzen sind:

| | |
|---|---|
| *Cupressites taxiformis Ung.* | *Dryandra acutiloba Brong.* |
| . . . . . . *elegans DelaH.* | . . . . . . *Bunburyi DelaH.* |
| *Quercus cocaenica DelaH.* | *Apeiobopsis Symondsii DelaH.* |
| *Ficus Bowerbankii DelaH.* | *Aralia primigenia DelaH.* |
| . . . *Granadilla Massal.* | *Cassia Ungeri Heer* |
| . . . *Forbesii DelaH.* | . . . . *phaseolites Ung.* |
| *Cluytia aglaiaefolia Web.* | *Caesalpinia Salteri DelaH.* |
| *Laurus Jovis DelaH.* | . . . . . . . . *Bowerbanki DelaH.* |
| *Daphnogene anglica Heer* | |

Die Flora ist besonders ausgezeichnet durch Leguminosen, und nähert sich am meisten jener des Londonthons; nächstdem walten Feigen, Sycamoren und Aralien vor.

4b. Bracklesham-Sand. Weiter südlich, in Sussex und auf der Insel Wight, ist die obere Gruppe dieser Sandbildung mit etwas anderen Eigenschaften ausgebildet, welche eine weit bestimmtere Correlation zu dem Grobkalke des Pariser Bassins erkennen lassen. Da sie besonders in der Bracklesham-Bay, unweit Chichester in Sussex, ganz vortrefflich entblöst und auch dort am besten bekannt ist, so wird sie gewöhnlich unter dem Namen Bracklesham-Sand aufgeführt. Im Allgemeinen sind es verschiedene, oft glaukonitische Sande und sandige Thone, welche an dieser berühmten Localität die ganze Gruppe in einer Mächtigkeit von 600 Fuss zusammensetzen. Diese Schichten sind oft sehr reich an Fossilien, welche grossentheils denselben Species angehören, wie jene des Pariser Grobkalkes. Nach Prestwich finden sich unter 368 Mollusken des Bracklesham-Sandes nicht weniger als 144 Species des Grobkalkes*); ein Verhältniss, welches sich für keine andere Gruppe des Pariser Bassins in gleichem Maasse herausstellt, und die Folgerung vollkommen rechtfertigt, dass der Bracklesham-Sand das wirkliche Aequivalent des Grobkalkes ist.

Fisher giebt folgende Uebersicht der Schichten in der Bracklesham-Bay.

1. Grüner Sand mit *Cardita acuticosta* und *C. planicosta*, auch *Cypraea tuberculosa;* weiter aufwärts dunkler schieferiger Thon, und eine Schicht mit *Turritella imbricataria* und *T. sulcifera.*

2. Sandiger Thon, nach oben mit *Nummulites laevigata,* dann dunkelfarbiger Schieferthon, darüber dunkelgrüner Sand mit *Turritella terebellata, Pectunculus pulvinatus, Bulla Edwardsii, Ostrea tenera;* endlich leberbrauner schieferiger Thon.

3. Sand und sandiger Thon, darin nach unten *Cerithium giganteum* und *Pectunculus pulvinatus*, weiter aufwärts *Turritella imbricataria, Cytherea striatula* und kleine Cerithien.

4. Grüner sandiger Thon mit vielen Conchylien; darüber graulicher Thon mit *Nummulites variolaria;* dann fester kalkiger Sand mit vielen Tellinen und Fora-

*) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 13, 1857, *p.* 92. Lyell giebt an, dass unter 193 Species des Bagshot- und Bracklesham-Sandes 126 mit solchen des Grobkalkes identisch sind, *Elem. of Geology,* 6. *ed. p.* 287.

miniferen, zuletzt grauer Thon, erfüllt mit *Nummulites variolaria*, *Alveolina sabulosa*, *Quinqueloculina Hauerina*, *Biloculina ringens*, *Rotalia obscura* und *Turbinolia sulcata*.

Aehnlich sind die Verhältnisse auf der Insel Wight, wo die Bracklesham-schichten nach Prestwich und Fisher über 600 Fuss mächtig sind, und von Letzterem gleichfalls in vier Glieder unterschieden werden, deren zweites auch dort durch *Nummulites laevigata*, das dritte durch *Cerithium giganteum* und, zugleich mit dem vierten, durch *Nummulites variolaria* ausgezeichnet ist. (*Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 18, 1861, *p.* 67 f. und 74 f.). Nach Bristow enthalten die unteren Schichten in der Alumbay mehre schmale Kohlenflötze mit *underclays*, so dass die Pflanzen wohl an Ort und Stelle gewachsen sind.

III. Aequivalent der *sables moyens*.

5. Barton-Thon (und oberer Bagshot-Sand). Diese Ablagerung besteht wesentlich aus einem theils dunkelbraunen, theils grauen, oft sandigen Thone, mit zahlreichen Nieren oder Septarien von Sphärosiderit, welche unter Anderem bei Christchurch in Hampshire von bedeutender Grösse in drei verschiedenen Niveaus vorkommen, vom Meere zu Tausenden ausgespült, und nach Südwales in die dortigen Eisenwerke verschifft werden. Dieser Thon erlangt eine Mächtigkeit von 280 bis 350 Fuss. Allein schon am Barton-Cliff wird er von Sand bedeckt, wie ihm auch dort, und noch deutlicher am benachbarten High-Cliff, eine mächtige Sandablagerung eingeschaltet ist, wodurch sich die Totalmächtigkeit der ganzen Bildung auf 330 bis 490 Fuss steigert. Auf der Insel Wight in der Alum-Bay ist der Bartonthon mit ähnlichen Eigenschaften, als ein 300 Fuss mächtiges Schichtensystem von reinem Thon und sandigem Thon mit einigen Lagen von Septarien ausgebildet, über welchem daselbst der nach unten gelbe, nach oben weisse und sehr reine, daher zur Glasfabrication viel benutzte obere Bagshotsand mehr als 150 Fuss mächtig abgelagert ist.

Nach Prestwich giebt sich überhaupt von Westen nach Osten eine Zunahme des Sandes und eine Abnahme des Thons zu erkennen; denn bei Barton ist der Thon 285 und der darüber liegende Sand 45, in der Whitecliff-Bay auf Wight dagegen der Thon 227 und der Sand 263 Fuss mächtig. Ueberall aber beginnt die Bildung mit einer Grundschicht von Flintgeröllen.

Dass nun aber dieser Barton-Thon das wirkliche Aequivalent der *sables moyens* des Pariser Bassins ist, diess wird nicht nur durch seine Lagerungsfolge, sondern auch durch seine organischen Ueberreste bewiesen. Von 252 Mollusken-Species des Barton-Thones finden sich nämlich nach Prestwich zwar 82 im Grobkalke, und nur 77 in den *sables moyens*, so dass es scheinen könnte, als ob der Barton-Thon dem ersteren näher stehe, wie dem letzteren; bedenkt man jedoch, dass im Grobkalke fast noch einmal so viele Species bekannt sind, als in den *sables moyens*, so stellt sich das Verhältniss offenbar so heraus, dass die Quote der gemeinschaftlichen Species zwischen dem Barton-Thone und den *sables moyens* grösser ist, als zwischen ihm und dem Grobkalke. Es bestätigt sich sonach die schon von Graves, Dumont, Lyell und Hébert ausgesprochene Ansicht über die Correlation des Barton-Thones und des Sandes von Beauchamp. Gleichwie aber dieser letztere noch sehr viele Species des Grobkalkes enthält, so finden sich auch unter jenen 252 Species des Barton-Thones noch 103, welche schon im Bracklesham-Sande vorkommen.

Unter diesen Fossilien sind aber ganz besonders die Nummuliten, und zwar *Nummulites variolaria* und *N. Prestwichiana* zu erwähnen, welche nahe an

der Basis des Barton-Thones in einem sehr bestimmten Niveau auftreten, und den letzten Nummuliten-Horizont in der englischen Eocänformation bezeichnen.

## §. 449. *Oligocäne Formation auf der Insel Wight.*

Die Insel Wight ist besonders lehrreich für das Studium der englischen Tertiärbildungen. Mitten durch dieselbe läuft in fast ostwestlicher Richtung, von Whitecliff-Bay bis Alum-Bay, die Gränze zwischen der Kreideformation und den Tertiärformationen hin, so dass die südliche Hälfte der Insel von cretacischen, die nördliche Hälfte von tertiären Schichten gebildet wird. Längs dieser Gränzlinie sind die Schichten der oberen Kreide, ebenso wie die Schichten der Eocänformation, sehr steil, ja fast vertical aufgerichtet, welche Aufrichtung sich jedoch weiter nach Norden bald ausgleicht, weshalb denn die, der steilen und daher schmalen Zone der Eocänschichten aufgelagerten Schichten der Oligocänformation sehr bald eine ganz schwache nördliche Einsenkung annehmen, und in dieser Lage den grössten Theil der Nordhälfte der Insel constituiren.

Diese Oligocänformation der Insel Wight erweist sich nach ihren organischen Ueberresten als eine fluviomarine Bildung, während welcher mehr oder weniger bedeutende Schwankungen im Stande des Meeresspiegels Statt fanden, daher bald marine, bald brackische, bald limnische Schichten zur Ablagerung gelangten. Dennoch aber ist die ganze Schichtenreihe in stetiger und ununterbrochener Aufeinanderfolge gebildet worden, ohne irgend eine Lücke oder Pause erkennen zu lassen.

Das nachstehende Profil von Whitecliff-Bay giebt eine Uebersicht der Schichtensysteme, wie solche in ihrem oberen Theile besonders durch die Untersuchungen von Edward Forbes festgestellt worden ist*).




*A.* Kreide.
*a.* Woolwich- und Reading-Series.
*b.* Londonthon.
*c.* Unterer Bagshotsand.
*d.* Bracklesbamsand.
*e.* Barton-Series.
1. Headon-Series.
2. Osborne-Schichten
3. Bembridge-Kalkstein.
3a. Bembridge-Mergel.

Dieses Diagramm zeigt die ganze Reihe der Tertiärbildungen, von der Kreide ausgehend, durch die steil aufgerichteten Glieder der Eocänformation bis zu den Bembridge-Mergeln; nur die Hempsteadschichten fehlen, welche allerdings auf den Hempsteadhill bei Yarmouth und auf den Parkhurstforest bei Newport beschränkt sind, und daher in diesem Profile nicht erscheinen können. Forbes betrachtete alle diese Schichten als eocän; auch wird diese Deutung noch gegenwärtig in England ziemlich allgemein festgehalten. Wenn wir jedoch mit Beyrich die Eocänformation in Frankreich mit den *sables moyens* beschliessen, so müssen wir sie in

*) In seiner wichtigen Abhandlung: *On the fluvio-marine Tertiaries of the Isle of Wight*, im *Quart. Journ. of the geol. soc.*, *vol.* 9, *p.* 259 ff.

England mit dem gleichalterigen Bartonthone zu Ende gehen lassen; dann würde aber die obige Schichtenreihe von 1 bis 3a sowohl nach ihrer Lagerungsfolge, als auch nach ihren organischen Ueberresten der Oligocänformation entsprechen. Von diesem Gesichtspuncte aus halten wir den Titel des gegenwärtigen Paragraphen für gerechtfertigt*).

Wir wenden uns nun zu einer speciellen Betrachtung der genannten vier Haupt-Etagen, wobei wir besonders der von Bristow, in seiner *Geology of the Isle of Wight* gegebenen Darstellung folgen**).

1. Die Headon-Series. Schon diese Etage zeigt uns ein Aggregat von marinen und von brackischen Schichten: ihre Mächtigkeit beträgt am Headonhill, unweit Alum-Bay im äussersten Westen der Insel 133, an der Whitecliff-Bay, im äussersten Osten 175 Fuss. Wie schon Webster, so unterschied auch Forbes folgende drei Glieder.

a. Untere Headonschichten. Sie sind wesentlich in Brackwasser und Süsswasser gebildet worden, 40 bis 70 Fuss mächtig, bestehen aus Sand, Mergel und Thon, denen auch am Headonhill etwas Kalkstein eingelagert ist, welcher sich jedoch nach Osten ganz allmälig auskeilt. Als besonders häufige Fossilien erscheinen:

| | |
|---|---|
| *Cyrena cycladiformis Desh.* | *Paludina lenta Brand.* |
| *Unio Solanderi Sow.* | *Planorbis euomphalus Sow.* |
| *Potamomya plana Sow.* | *Limnaea longiscata Brong.* |

b. Mittlere Headonschichten. Sie werden nach Webster's Vorgange oft als obere Meeresbildung aufgeführt, zeigen aber doch am Headonhill noch mehr einen brackischen Charakter, während sie weiter nördlich an der Colwell-Bay, wenigstens in ihrem mittleren Niveau, einen entschieden marinen Habitus entfalten. Denn dort liegen förmliche Bänke von *Ostrea flabellula* mit *Nucula similis* und *Murex sexdentatus;* ausserdem finden sich *Cytherea incrassata, Nucula deltoidea, Cerithium plicatum, Natica depressa, Buccinum labiatum, Borsonia sulcata* und andere marine Conchylien, welche zum Theil mit solchen des Barton-Thones identisch sind; dazu gesellen sich:

| | |
|---|---|
| *Chara Wrightii Forb.* | *Potamides ventricosus Sow.* |
| *Neritina concava Sow.* | ...... *cinctus Sow.* |
| *Melanopsis subfusiformis Morr.* | *Cerithium concavum Desh.* |

und noch einige andere brackische Mollusken.

c. Obere Headonschichten. Ihr Charakter ist wesentlich der von Brackwasserschichten; sie bestehen aus grünem Sande, aus sandigen und aus reinen Thonen, welchen am Headonhill ein paar mächtige, aber nach Norden und Osten sich auskeilende Kalksteinschichten, anderwärts einige Lagen von Thoneisenstein eingeschaltet sind. Die Fossilien sind meist identisch mit jenen der unteren Schichten; auch finden sich

---

*) »Man muss, wenn man mit Hébert und Lyell davon ausgeht, dass der Barton-Thon dem Sande von Beauchamp parallel steht, die Headon-, die Osborne- und die Bembridge-Bildungen vereinigt für die unteroligocänen Aequivalente der in Frankreich ungegliederten (mittleren) Süsswasserformation halten, welche die jüngste Eocänbildung von dem Sandsteine von Fontainebleau, dem mitteloligocänen Aequivalente der Hempstead-lager, scheidet.« Beyrich, im Monatsber. der Berliner Akad. 1858, S. 68.

**) In *Memoirs of the geological survey of Great Britain;* ist auch selbständig erschienen, London 1862.

| | |
|---|---|
| *Cyrena obovata Desh.* | *Potamides margaritaceus Sow.* |
| . . . . *pulchra Morr.* | *Melania muricata Wood.* |

dazu Potamomyen, Austern und andere Conchylien.

Anm. 1. Die Headon-Series existirt auch in dem der Insel Wight gegenüberliegenden Theile von Hampshire, am Hordwellcliff unweit Lymington, woselbst sie besonders durch die Marquise von Hastings genauer studirt worden ist, welcher man namentlich die Kenntniss von Schildkröten und Säugethieren verdankt, deren Ueberreste dort vorkommen. Diese letzteren gehören den Gattungen *Anoplotherium*, *Anthracotherium*, *Paloplotherium*, *Dichodon*, *Dichobune*, *Spalacodon* und *Hyaenodon*, also zum Theil denselben Gattungen an, von welchen auch im Bembridge-Kalkstein Ueberreste gefunden werden; allein die Species sind verschieden, wie die Marquise gezeigt hat. Vergl. ihre Abhandlung, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 9, 1852, *p.* 191.

Anm. 2. Vor einigen Jahren sind gleichfalls in Hampshire, bei Brockenhurst, Lindhurst und Roydon, in den tieferen Schichten der Headon-Series sehr viele marine Conchylien gefunden worden, welche Edwards beschrieben hat. Nach einer neueren sehr interessanten Mittheilung des Barons v. Könen befinden sich unter 56 dortigen Species nicht weniger als 43, welche auch in der unteren Oligocänformation Teutschlands vorkommen, und zwar 23 sehr charakteristische Species, während allerdings 21 Species noch aus dem Barton-Thone heraufgehen. Hiernach ist es nicht zu bezweifeln, dass die Headon-Series unteroligocän ist. Vergl. v. Könen, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 20, 1864, *p.* 97 f. Uebrigens hat Fisher auch in der Whitecliff-Bay das Niveau dieser fossilreichen Schichten von Brockenhurst nachgewiesen; sie liegen dort hoch oben in der unteren Abtheilung der Headon-Series, und sind durch das Vorkommen von *Cardita deltoidea* bezeichnet; *ibidem, vol.* 18, 1861, *p.* 67, Note.

2. Osborne-Series. Diese Etage wurde von Forbes anfangs unter dem Namen Helens-Series eingeführt, welchem er jedoch später den von dem Königlichen Lustschlosse entlehnten Namen vorzog. Die mineralische Beschaffenheit der hierher gehörigen Schichten ist sehr schwankend; doch erscheinen roth und grün gefleckte Thone, Mergel und Schieferthone, nebst einzelnen Sandstein- und Kalksteinlagern als die gewöhnlichen Gesteine: die Sandsteine liefern mitunter recht brauchbare Bausteine, während die Kalksteine besonders reich an Fossilien sind. Das ganze Schichtensystem ist in der Whitecliff-Bay 80 Fuss mächtig.

Von Fossilien finden sich, ausser Schalen von *Cypris* und Samen von *Chara Lyelli* und *Ch. medicaginula*, vorzüglich

| | |
|---|---|
| *Cyrena obovata Sow.* | *Paludina lenta Brand.* |
| *Melania costata Sow.* | . . . . . *globuloides Forb.* |
| . . . . . *excavata Forb.* | *Planorbis euomphalus Sow.* |
| *Limnaea longiscata Brong.* | . . . . . *obtusus Sow.* |
| *Melanopsis brevis Sow.* | . . . . . *oligyratus Edw.* |
| . . . . . . *carinata Sow.* | . . . . . *platystoma Wood* |
| *Achatina costellata Sow.* | . . . . . *rotundatus Sow.* |

durch welche denn diese Etage im Allgemeinen als eine Süsswasserbildung charakterisirt wird.

3. Bembridge-Series. Sie ist in mehrfacher Hinsicht als das wichtigste Glied der ganzen Formation zu betrachten, da sie nicht nur sehr constante petrographische und paläontologische Eigenschaften besitzt, sondern auch über den grössten Theil der Nordhälfte der Insel verbreitet ist, indem die Aufrichtung

der Schichten an ihrem südlichen Rande zu Ende geht. Die ganze, gegen 120 Fuss mächtige Etage lässt sich in zwei Hauptglieder zerfällen, den Bembridge-Kalkstein und die Bembridge-Mergel; zwischen beiden liegt oftmals eine durch sehr viele Austern ausgezeichnete Schicht, welche beweist, dass wenigstens eine Zeitlang das Meerwasser vorwaltete, während ausserdem das ganze Schichtensystem als eine Brackwasserbildung charakterisirt ist.

a. Bembridge-Kalkstein. Ein weisser, lichtgelber bis brauner, bald harter und dichter, bald weicher und erdiger, bisweilen mergeliger, nicht selten breccienartiger, auch wohl kieseliger oder bituminöser Kalkstein, dessen Schichten dann und wann durch Lagen von grünlichem und grauem Thone abgesondert werden. Einige der häufigsten Fossilien dieses bis 30 Fuss mächtigen Kalksteins sind:

| | |
|---|---|
| *Chara tuberculata* | *Limnaea longiscata Brong.* |
| . . . . *medicaginula* | *Paludina orbicularis Sow.* |
| *Cyrena semistriata Desh.* | . . . . . *globuloides Forb.* |
| *Ostrea vectensis Edw.* | *Achatina costellata Sow.* |
| *Cerithium plicatum Desh.* | *Bulimus ellipticus Sow.* |
| *Melania striata Sow.* | *Helix globosa Edw.* |
| *Planorbis discus Edw.* | . . . *vectensis Edw.* |
| . . . . . *obtusus Sow.* | . . . *Urbani Edw.* |
| . . . . . *oligyratus Edw.* | . . . *occlusa Edw.* |

Besonders interessant ist es aber, dass bei Binstead unweit Ryde in diesem Kalksteine durch Pratt und Fox Ueberreste derselben vorweltlichen Säugethiere aufgefunden worden sind, welche den Gyps des pariser Bassins auszeichnen; namentlich *Palaeotherium magnum, P. medium, P. minus, P. minimum, P. curtum, P. crassum, Anoplotherium commune, A. secundarium, Dichobune cervinum* und *Chaeropotamus Cuvieri*. Durch diese Fossilien wird die Parallelisirung der Bembridge-Series mit dem pariser Gypse vollkommen gerechtfertigt.

b. Bembridge-Mergel. Diese bis 80 Fuss mächtige Etage besteht nach unten aus grünlichgrauen Thonen, mit eingeschalteten Schichten von Mergel und Schieferthon, nach oben dagegen vorwaltend aus diesen letzteren beiden Gesteinen. *Cerithium mutabile Lam.* und *Cyrena pulchra Sow.* sind nach unten, *Melania turritissima Forb.* ist nach oben vorzüglich bezeichnend; ausserdem erscheinen besonders häufig:

| | |
|---|---|
| *Cyrena semistriata Desh.* | *Melania muricata Wood* |
| . . . . *obovata Sow.* | . . . . *costata Sow.* |
| . . . . *obtusa Forb.* | . . . . *Forbesii Morr.* |
| *Cytherea incrassata Desh.* | *Melanopsis carinata Sow.* |

4. *Hempstead-Series.* Diese, am Hempsteadhill östlich von Yarmouth, etwa 170 Fuss mächtige, und hauptsächlich aus Mergeln bestehende Etage wird von Forbes in vier Glieder getheilt, von denen die drei unteren einen brackischen Charakter besitzen, während sich das oberste, nur bis 15 Fuss mächtige Glied als eine marine Bildung erweist.

a. Untere Mergel; 65 Fuss mächtig, vorzüglich ausgezeichnet durch *Melania muricata, Melanopsis carinata* und *Rissoa Chastelii.*

b. Mittlere Mergel; 50 Fuss mächtig, mit *Cyrena semistriata, Panopaea minor, Melania fasciata, Rissoa Chastelii* und *Cerithium Sedgwicki* als besonders charakteristischen Fossilien.

c. Obere Mergel; 40 Fuss mächtig; sehr reich an *Cerithium plicatum*, zu welchem sich *Cerithium elegans, Cyrena semistriata, Corbula vectensis. Rissoa Cha-*

*stelii*, *Melania inflata*, Limnäen, Paludinen, *Candona Forbesii* (eine Cyprisart) und andere Süsswasser-Fossilien gesellen.

d. Corbulaschichten; braune und grüne Thone, mit Nieren von Thoneisenstein, darin *Corbula pisum*, *C. vectensis*, *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, *Voluta Rathieri*, Cypriden und ganz oben *Ostrea callifera*.

Unter den organischen Ueberresten der Hempstead-Series begegnen wir so manchen für die *sables supérieurs* bei Paris sehr charakteristischen Formen, welche die Richtigkeit der von Beyrich aufgestellten Deutung bestätigen, dass diese Series der mitteloligocänen Periode entspricht. In Uebereinstimmung hiermit erklärte Sandberger die Hempstead-Series für gleichalterig mit dem Meeressande des Mainzer Bassins. *Quart. Journ. of the geol. soc., vol. 18, 1862, p. 330.*

Ueber die Flora der Hempstead-Series hat O. Heer einige Mittheilungen gemacht, welche den oligocänen Charakter bestätigen. Von 10 Species sind die folgenden 6, nämlich

| | |
|---|---|
| *Sequoia Couttsiae Heer* | *Nelumbium Buchii Ett.* |
| *Andromeda reticulata Ett.* | *Chara Escheri Brong.* und |
| *Nymphaea Doris Heer* | *Carpolithes Websteri Brong.* |

anderwärts in der tongrischen und aquitanischen Stufe Mayer's bekannt, wobei erwähnt werden muss, dass *Carpolithes Websteri* mit dem in der teutschen Braunkohlenformation so gewöhnlichen *Folliculites Kaltennordheimensis* identisch ist. Keine Species aus dem Bagshot-Sande findet sich wieder, wie denn überhaupt die kleine Flora jener der Braunkohle von Bovey am nächsten zu stehen scheint.

Wenn wir nun sehen, dass die bisher geschilderten Etagen der englischen Tertiärformation, vom Plastic-clay bis zu der Hempstead-Series, auf Wight durchaus in concordanter Lagerung auf einander folgen, und dass je zwei auf einander folgende Etagen durch gewisse, ihnen gemeinschaftliche Species auch paläontologisch verknüpft sind, während sich doch die Fauna im Allgemeinen, von der Headon-Series aus abwärts eben so entschieden eocän, wie aufwärts oligocän erweist, so liefern die Entdeckungen von Forbes nur einen neuen Beweis dafür, dass die Natur keinen Sprung macht, und dass, bei concordanter Aufeinanderfolge, selbst an der Gränze der eocänen und oligocänen Bildungen noch gewisse Uebergänge einen stetigen Entwickelungsgang beurkunden.

## §. 450. *Neuere Tertiärbildungen in England.*

Oberoligocäne Bildung.

Die obere Abtheilung der Oligocänformation, welche auf der Insel Wight vermisst wird, ist bis jetzt fast nur in einer Gegend Englands, nämlich bei Bovey-Tracey, 11 engl. Meilen südwestlich von Exeter in Devonshire, nachgewiesen worden, wo eine Braunkohlen-Ablagerung vorkommt, welche nach denen von Oswald Heer bestimmten Pflanzenresten aus der oberoligocänen (oder untermiocänen) Periode zu stammen scheint.

Das Bassin von Bovey liegt in einer Vertiefung des Granites und anderer älterer Gesteine, ist 10 engl. Meilen lang, in seinem nördlichen Theile 2½ Meilen breit, und besteht aus lauter losen Gesteinen, aus Geröll, Sand, Thon und Lignit, welche ein gegen 300 Fuss mächtiges Schichtensystem bilden. In technischer Hinsicht gewinnen besonders der Thon (als Pfeifenthon und Töpferthon), und

der Lignit oder die Braunkohle eine grosse Wichtigkeit, welche letztere in vielen Flötzen vorhanden ist, und meist bei der Töpferei verwendet wird. Die Schichten haben eine bassinförmige Lagerung, und fallen daher von den Rändern gegen die Mitte des Bassins ein.

Ueber dieser Braunkohlenformation liegt in abweichender.und übergreifender Lagerung eine weit jüngere, bis 40 Fuss mächtige Bildung von Thon, Sand und Geröll, in welcher bei Newton ein schmales Torflager vorkommt.

Ein paar Thonlagen und mehre Braunkohlenlager sind sehr reich an wohl erhaltenen Pflanzenresten, wie denn die Braunkohle selbst grösstentheils aus dem Holze der *Sequoia Couttsiae* gebildet worden ist. Von 49 Species kennt man 20 in den miocänen Schichten des Continentes von Europa, und zwar 14 in der tongrischen, 13 in der Mainzer Stufe, weshalb wohl der Formation von Bovey ihre Stelle zwischen diesen beiden, oder in der aquitanischen Stufe anzuweisen sein dürfte, welche der oberoligocänen Etage Beyrich's entspricht.

Ausser der sehr vorwaltenden *Sequoia Couttsiae* sind noch besonders *Pecopteris lignitum*, Ueberreste von *Ficus, Cinnamomum, Vitis, Nymphaea* u. a., darunter viele Karpolithen, und namentlich der *Folliculites Kaltennordheimensis* zu erwähnen.

Miocäne Bildung.

Als miocän sind vielleicht die eisenschüssigen gelben Sandschichten mit untergeordneten Lagen von Eisensandstein zu betrachten, welche Prestwich bei Folkstone, Paddlesworth, Maidstone und anderen Orten in Kent zwischen Folkstone und Dorking (südlich von London) über der Kreide nachgewiesen hat. Bei Folkstone sind sie 20, bei Paddlesworth an 40 Fuss mächtig, oft aber füllen sie nur die trichterförmigen Vertiefungen (*pipes*) der Oberfläche der Kreide aus. Sie enthalten *Terebratula grandis*, sowie Steinkerne von *Astarte, Nucula, Leda, Arca, Pyrula, Emarginula* und anderen Fossilien, überhaupt nach Wood, welcher sie genau untersuchte, 34, freilich meist nur generisch bestimmbare Formen, welche gewissen Species des unteren Crag am nächsten zu stehen scheinen.

Lyell vergleicht diese Sandablagerung mit dem Sande von Diest in Belgien, und spricht sich schliesslich dahin aus, dass sie bis jetzt die einzige in England bekannte Bildung sei, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit für obermiocän erklärt werden könne. Vgl. Prestwich, im *Quarterly Journal of the geol. soc. vol.* 14, 1858, *p.* 322 ff. und Lyell, *Elem. of Geol.* 6. *ed. p.* 233.

Pliocäne Bildungen.

Als dergleichen Bildungen sind die unter dem Namen Crag*) bekannten Ablagerungen in Suffolk, Essex und Norfolk aufzuführen, von welchen die beiden ersteren der älteren, die letzteren der neueren Pliocänformation angehören.

1. Crag von Suffolk. Der Crag von Suffolk und Essex lässt zwei Etagen, nämlich den unteren oder weissen, und den oberen oder rothen Crag unterscheiden.

---

*) Crag nennt man im südlichen England besonders diejenigen Massen von Muschelmergel, welche zum Kalken der Felder brauchbar sind.

a. Weisser oder coralliner Crag*). Diese Etage besitzt nur eine geringe Ausdehnung, indem sie zwischen den Flüssen Alde und Stour einen Raum von 20 engl. Meilen Länge und 3 bis 4 Meilen Breite einnimmt. Es ist ein weisses, kalkiges oder mergeliges, vorwaltend aus Conchylien und Bryozoën bestehendes Gestein, welches bei Sudbourn unweit Orford (östlich von Ipswich) in grossen, bis 50 Fuss tiefen Steinbrüchen als ein weicher Baustein gewonnen wird, dessen Schichten stellenweise durch dünne Zwischenlagen eines harten Kalksteins getrennt werden. Anderwärts erreicht diese Etage nur eine Mächtigkeit von höchstens 20 Fuss.

Dieser weisse Crag ist nach Forbes in einem mässig tiefen Meere, jedoch schon in einiger Entfernung von der Küste gebildet worden. Unter den Bryozoën stellt besonders *Fascicularia aurantium* eine grössere und ganz eigenthümliche Form dar; *Lingula Dumortieri Nyst* liefert ein interessantes Beispiel von einer Gattung, deren Arten jetzt nur in südlichen Meeren leben; so auch *Pyrula reticulata*, und die Gattungen *Columbella, Terebra, Cassidaria* und *Pholadomya*, wogegen die Gattungen *Astarte* (mit 14 Species), *Glycimeris* und *Cyprina* auf ein minder warmes Klima verweisen. Unter 317 marinen Conchylien des weissen Crag finden sich 165, oder 52 Procent, noch jetzt lebende Species; 103 kommen auch im rothen Crag vor, während 188 ihm eigenthümlich angehören.

b. Rother Crag. Diese zweite Etage besteht aus eisenschüssigem, daher rothbraunem oder gelbem Quarzsand mit Conchylien, welche oft abgerollt oder zerbrochen sind. Sie gewinnt eine grössere Verbreitung als der weisse Crag, und ihre Mächtigkeit steigt bisweilen über 40 Fuss. Bei Ipswich, wo beide Etagen unmittelbar über einander liegen, sieht man deutlich, wie der weisse Crag schon einer bedeutenden Zerstörung und Abtragung, sowie einer Durchbohrung von Pholaden unterworfen gewesen ist, bevor der rothe Crag abgelagert wurde; daher sind auch nicht wenige Fossilien des ersteren in die Schichten des letzteren mit eingeschwemmt worden. An anderen Orten liegt der rothe Crag unmittelbar auf dem Londonthone, und dann enthält er an seiner Basis viele Fossilien, welche aus diesem Thone stammen. So sind nach Wood bereits 57 Species des Londonthons, und an 50 Species des weissen Crag als eingespülte Fremdlinge im rothen Crag erkannt worden.

Wie schon der oft abgerollte Zustand der Conchylien einen seichteren Meeresgrund als die Bildungsstätte des rothen Crag erkennen lässt, so bestätigt dies auch die von Wood nachgewiesene sehr häufige discordante Parallelstructur oder diagonale Lamination seiner unteren Schichten, welche daher Wood als *beach-stages* von der obersten, bis 20 Fuss mächtigen und über jenen horizontal ausgebreiteten Etage unterscheidet; namentlich zeigt eine dieser unteren Schichten in ihrer ganzen Ausdehnung eine unter 25 bis 35° gegen den Horizont geneigte Lamination. Ueberall wo die oberste Etage durch übergreifende Lagerung unmittelbar dem Londonthone aufliegt, wird sie an ihrer Basis von einer Grundschicht getragen, welche sehr reich an Knollen von Kalkphosphat ist, die

*) Der Name coralliner Crag beruhte auf der früheren Deutung der Bryozoen als Korallen; wahre Korallen sind jedoch in diesem Crag sehr selten, während die Bryozoen recht zahlreich vorkommen.

vielorts für agronomische Zwecke gewonnen werden; wo aber dieselbe Etage den tieferen Schichten des Crag aufgelagert ist, da keilt sich diese Grundschicht sehr bald aus*).

Was die organischen Einschlüsse des rothen Crag betrifft, so sind viele derselben unzweifelhaft aus dem weissen Crag und dem Londonthone eingeschwemmte Fremdlinge. Unter den wirklichen, während seiner Bildungsperiode lebend gewesenen Fossilien aber finden sich nicht wenige, die ihm eigenthümlich sind, wie z. B. *Fusus antiquus Sow.*, *Fusus contrarius*, *Purpura tetragona*, *Nassa granulata*, *Cypraea europaea*, während viele andere aus der Periode des weissen Crag heraufreichen. Ueberhaupt aber kennt man 219 marine Conchylien, von denen 132 (oder 60 Procent) noch gegenwärtig leben, 103 auch im weissen Crag vorkommen, und 43 ihm eigenthümlich angehören. Auch fanden sich Ueberreste von *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Elephas meridionalis*, *Mastodon arvernensis*, *Tapirus priscus*, *Balaena* und mehren anderen Säugethieren, sowie Zähne von *Carcharodon*, und andere Reliquien von Fischen.

2. Crag von Norwich. Wesentlich verschieden ist der Crag von Norwich in Norfolk, eine noch neuere, fluviomarine Bildung, welche besonders an beiden Ufern der Yare, sowie an der Meeresküste von Weybourne bis Cromer unmittelbar über der Kreide abgelagert ist, und aus Schichten von Sand, Letten und Geröll besteht, in denen marine und limnische Conchylien durch einander vorkommen. Darunter befinden sich viele noch jetzt in den britischen Meeren lebende Species, wie z. B. *Fusus striatus*, *F. antiquus*, *Turritella communis*, *Cardium edule*, *Cyprina islandica* und *Natica helicoides*, aber auch einige ausgestorbene Species, wie *Nucula Cobboldiae* und *Tellina obliqua*.

Ueberhaupt sind nach Woodward in dieser Bildung 110 marine Conchylien bekannt, unter denen sich 98 (oder 89 Procent) noch jetzt lebende Species befinden, während die mit ihnen vorkommenden Süsswasser-Conchylien insgesammt noch lebenden Species angehören. Von Säugethieren kennt man Ueberreste von *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis* u. a.

Vielleicht etwas jünger als der Crag von Norwich sind die bei Chillesford, unweit Woodbridge in Suffolk, über dem rothen Crag liegenden Thonschichten, welche unter 23 Conchylien nur 2 ausgestorbene Species, nämlich *Nucula Cobboldiae* und *Tellina obliqua* enthalten, während sich unter den übrigen viele hochnordische Species befinden, wie *Cardium groenlandicum*, *Lucina borealis*, *Cyprina islandica*, *Panopaea norvegica*, was darauf hinzudeuten scheint, dass die Glacialperiode schon gegen das Ende der pliocänen Periode eingetreten sei.

Auch bei Bridlington, unweit Flamborough-Head an der Küste von Yorkshire, findet sich eine aus Sand, Thon und Geröllen bestehende Ablagerung, in welcher 64 Species von Conchylien bekannt sind, darunter 4 ausgestorbene, während von den übrigen nicht weniger als 30 einen arctischen Charakter besitzen: was abermals beweisen dürfte, dass sich zur Zeit der Bildung dieser Schichten die klimatischen Bedingungen der Glacialperiode bereits geltend machten**).

---

*) Wood, in *The Ann. and Mag. of nat. hist.* [3], *vol.* 13, 1864, *p.* 185 ff.

**) Lyell, *Elements of Geology*, 6. *ed.* 1865, *p.* 198 ff.

## Viertes Kapitel.

## Tertiärformationen in Belgien.

### §. 451. *Allgemeine Uebersicht nach Dumont.*

Gleichwie Paris und London, so liegt auch Brüssel im Gebiete eines grossen, von Tertiärbildungen erfüllten Landstrichs, welcher nach Südwesten mit den gleichalterigen Bildungen von französisch Flandern in unmittelbarem Zusammenhange steht, nach Westen aber, ebenso wie diese letztern, durch den Canal von den englischen Tertiärbildungen getrennt wird. Gegen Südosten verbreitet sich dieses tertiäre Gebiet bis nahe an die Thäler der Sambre und der Maas, an welcher letzteren es bei Maestricht mit den Tertiärbildungen Rheinpreussens in Verbindung tritt, während es nach Norden unter den Sandablagerungen der Campine nach Holland hinein fortsetzt.

Das ganze Gebiet bildet ein niedriges, flaches und wenig undulirtes Land, in welchem nur hier und da einzelne Hügelzüge aufragen. Die Gesteine sind vorwaltend Sand und Thon; Sandsteine erscheinen nur untergeordnet, und Kalksteine finden sich noch seltener, so dass sich in petrographischer Hinsicht eine weit grössere Aehnlichkeit mit der englischen, als mit der nordfranzösischen Tertiärformation zu erkennen giebt. Desungeachtet ist es wohl nicht zu bezweifeln, dass alle diese Formationen in einem und demselben Meere abgesetzt worden sind, und dass die petrographischen Verschiedenheiten nur durch die Verschiedenheiten des zugeschwemmten Materials und der Niveau-Schwankungen des Meeresgrundes verursacht worden sein mögen, aus welchen letzteren auch die mehrfach auftretenden Süsswasserbildungen zu erklären sind.

Die Tertiärformationen Belgiens lassen eine sehr vollständige Reihenfolge von Bildungen erkennen, deren petrographische und bathrologische Verhältnisse von Dumont genau erforscht worden sind, während ihre paläontologischen Charaktere besonders durch Nyst, Lehon, de Koninck und Bosquet, sowie durch Hébert, Lyell und Prestwich festgestellt wurden *). Dumont bezeichnete die einzelnen Etagen als Systeme von zusammengehörigen Schichten, und unterschied demgemäss von unten nach oben folgende zwölf Systeme, denen wir ihre französischen und englischen Aequivalente beigefügt und die allgemeinen Eintheilungstitel übergesetzt haben.

| in Belgien | in Frankreich | in England |
|---|---|---|
| A. Eocäne Bildungen. | | |
| 1. *Système landénien inférieur.* | = Thanetsand d. Nordküste, Sand und Kalkstein von Rilly. | = *Thanetsand.* |
| 2. *S. landénien supérieur.* | = *sables inférieurs, argile plastique et lignite.* | = *Woolwich* und *Reading-Series.* |

*) Hébert, *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 6, *p.* 459 ff.; Lyell, *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, 1852, *p.* 278 ff; Prestwich, *ibidem*, *vol.* 11, 1855, *p.* 206 ff. und *vol.* 13, 1857, *p.* 90 ff.

| in Belgien | in Frankreich | in England |
|---|---|---|
| 3. *S. yprésien inférieur.* | = Londonthon d. Nordküste. | = *London-Clay.* |
| 4. *S. yprésien supérieur.* | = *lits coquilliers.* | = *Bagshot-Sand.* |
| 5. *S. bruxellien.* | = *calcaire grossier.* | = *Brackelsham-Sand.* |
| 6. *S. laekénien.* | = *sables moyens.* | = *Barton-Clay.* |
| B. Oligocäne Bildungen. | | |
| 7. *S. tongrien inférieur.* | = *calc. lacustre moyen.* | = *Headon-, Osborne-* und *Bembridge-Series.* |
| 8. *S. tongrien supérieur.* | = *sables supérieurs.* | = *Hempstead-Series.* |
| 9. *S. rupélien.* | = *calc. lacustre supérieur.* | = Lignit von Bovey. |
| C. Miocäne Bildungen. | | |
| 10. *S. boldérien.* | = *Faluns de Touraine.* | ? |
| 11. *S. diestien.* | = *Faluns de Salles.* | = Sand der North-Downs. |
| D. Pliocäne Bildungen. | . | |
| 12. *S. scaldisien.* | = Crag der Normandie. | = Crag von Suffolk und Norwich. |

Lyell gruppirte im Jahre 1852 die 9 ersteren Systeme dergestalt, dass System 1 bis 3 die untere, System 4 bis 6 die mittlere, und System 7 bis 9 die obere Eocänformation repräsentiren. Im Jahre 1857 hat er jedoch diese Gruppirung dahin abgeändert, dass er das System 6 als obereocän, und die Systeme 7 bis 9 als untermiocän aufführt.

Früher stellte Dumont unter dem *Système landénien inférieur* noch ein *Système heersien* *) als tiefste Etage auf. Die Zugehörigkeit dieses Systems zu den Tertiärformationen ist jedoch sehr zweifelhaft, weshalb auch Dumont in seinen zuletzt, in den Jahren 1851 und 1852, gegebenen Tabellen diese Etage gar nicht mehr als ein tertiäres System mit aufführte. Dennoch giebt Hébert die *Pholadomya cuneata*, also eine entschieden tertiäre Form, aus dem glaukonitischen Sande von Heers mit an.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht der belgischen Tertiärgebilde verschreiten wir zur besonderen Betrachtung der einzelnen Formationen, wobei wir uns in der Hauptsache an die Darstellungen halten werden, welche Lyell in seiner classischen Abhandlung über die Tertiärbildungen von Belgien und französisch Flandern veröffentlicht hat.

## §. 452. *Eocäne Bildungen in Belgien.*

Zu den eocänen Bildungen Belgiens gehören alle diejenigen Schichtensysteme, welche Dumont vom *Système landénien inférieur* bis zu dem *Système laekénien* aufgeführt hat.

1. *S. landénien inférieur.* Dieses, nach der südöstlich von Tirlemont liegenden Eisenbahnstation Landen benannte System beginnt gewöhnlich mit Schichten eines sandigen Glaukonites, welcher bisweilen fest und dünnschichtig, oder auch weich und kalkig ist. Darunter liegt noch bei Tournay ein grauer

*) Nach dem nördlich von Waremme gelegenen Dorfe Heers benannt.

thoniger Mergel mit *Terebratula striatula* und *Ostrea lateralis*, bei Folx-les-Caves (südlich von Tirlemont) eine Schicht von Flintgeröllen. Von dort aus nach Nordosten folgt, als ein höheres Glied, 20 bis 25 Fuss mächtig der sogenannte *tuffeau*, ein weisser, thoniger, zum Theil thonsteinähnlicher, etwas glaukonitischer, weicher und leichter Kalkstein, welcher als Baustein sehr geschätzt und daher bei Lincent, Pellaines, Orp-le-Grand, Jauche und anderen Orten vielfach gebrochen, auch zu Quadern, Säulen u. s. w. gehauen wird*).

Glaukonitsand nach unten und Tüffeaukalkstein nach oben scheinen sonach das hauptsächliche Material dieses Systems zu liefern, welches, wie nach seiner Lagerung, so auch nach seinen organischen Ueberresten der Kreideformation sehr nahe steht, und vielleicht als ein Aequivalent des Thanetsandes zu betrachten ist, der sich nach Prestwich von Calais durch französisch Flandern bis in die Gegend von Tournay und Mons verfolgen lässt, wo er *Cyprina Morrisii, Cucullaea crassatina, Pholadomya cuneata* enthält, und dann weiter nach Osten, in den südlich und südöstlich von Tirlemont gelegenen Gegenden, abermals auftritt.

In dem Glaukonitsande finden sich nach Lyell bei Tournay *Terebratula striatula, Ostrea lateralis, Pholadomya Koninckii*, eine sehr grosse *Pleurotomaria*, sowie Steinkerne von *Cucullaea, Pinna, Turritella, Fusus* und *Natica*, bei Angres (südwestlich von Mons) kommen der *Cucullaea decussata, Panopaea intermedia* und *Pholadomya cuneata* sehr ähnliche Formen nebst einigen anderen Conchylien vor; bei Folx-les-Caves *Astarte inaequilateralis*, Steinkerne mehrer anderen Bivalven und ein grosses *Dentalium*. Der Tüffeaukalkstein enthält viele gekrümmte, röhrenförmige Cavitäten (*Vermiculites Nyst*), ferner *Astarte inaequilateralis, Pholadomya Koninckii*, eine grosse *Scalaria* (*Sc. Dumontiana Nyst*), Kerne von *Cucullaea crassatina, Leda Lyelliana, Cytherea obliqua*, von *Arca, Nucula, Turritella, Natica*, einen Hemiaster und Cardiaster, Lamnazähne.

Wahrscheinlich sind diesem Systeme auch diejenigen Schichten beizurechnen, welche bei Carvin, südwestlich von Lille, über der Kreide liegen, nach unten aus glaukonitischem sandigen Schieferthone, dann aus Töpferthon, und zuletzt aus einem sandigen Thone mit Concretionen bestehen, die mit Fossilien, namentlich mit *Cyprina Morrisii* und mit Steinkernen von *Arca, Corbula* und *Turritella* erfüllt sind.

2. *S. landénien supérieur*. Dieses System ist das Aequivalent der Woolwich- und Reading-Gruppe in England, des plastischen Thones und Lignites in Frankreich. Dasselbe besteht wesentlich aus Sand, Thon und Braunkohlen, und erreicht stellenweise eine Mächtigkeit von 100 Fuss.

Nach unten ist in der Gegend von Jauche, südwestlich von Landen, eine 40 Fuss mächtige Wechsellagerung von gelbem und weissem Sande zu beobachten, in welchem ein Braunkohlenflötz liegt; dieselben Schichten enthalten bei Marilles, nördlich von Jauche, ein Lager von Flintgeröllen; auch stehen sie 35 Fuss mächtig bei Landen an, wo gleichfalls Lignitlager bekannt sind. Höher aufwärts bei Huppaye, westlich von den genannten beiden Orten, folgt schneeweisser Sand mit oft sehr dicken Schichten eines harten kieseligen Sandsteins,

* Es ist völlig dasselbe Gestein, welches bereits oben S. 84 aus der Gegend von Laon in Frankreich erwähnt wurde.

welcher als Pflasterstein benutzt wird, und bei Tirlemont verkieseltes Holz enthält. Auch westlich von Mons werden grosse Steinbrüche in einem weiss, gelb oder braun gefärbten Sandsteine betrieben, welcher oft ganz allmälig in losen Sand übergeht, und wohl derselben Etage angehört. An anderen Orten sind Thone und Schieferthone sehr vorwaltend, welche Blätter dicotyledoner Pflanzen und Braunkohlenlager enthalten, wie sich denn nach Dumont vielorts mehrfache Wiederholungen von Thon und Lignit vorfinden.

Die organischen Ueberreste dieses Systemes sind noch wenig bekannt, und dürften wohl, ausser den Kohlen und andern Pflanzenresten, nur noch in limnischen oder brackischen Conchylien bestehen.

3. *S. yprésien inférieur*. Den Namen für dieses System entlehnte Dumont von der Stadt Ypres, im westlichen Belgien, wo dasselbe, eben so wie in den angränzenden Theilen von französisch Flandern bei Dünkirchen, Cassel und Lille, am besten bekannt ist, obwohl es auch nach Osten bis über Brüssel fortsetzt. Dasselbe erscheint als eine sehr mächtige Ablagerung eines gewöhnlich gelblichbraunen, oft blaulich gefleckten oder gestreiften Thones, welcher nach oben mehr sandig wird, und in seiner petrographischen Beschaffenheit, sowie in seiner bathrologischen Stellung so vollkommen mit dem englischen Londonthone übereinstimmt, dass er wohl mit allem Rechte als eine Fortsetzung desselben betrachtet wird. Am Fusse des Berges von Cassel ist dieser Thon durch ein Bohrloch über 100 Meter mächtig erkannt worden. Fossilien sind in ihm sehr selten, und bis jetzt noch nicht näher bestimmt.

4. *S. yprésien supérieur*, oder auch *S. paniselien*, welcher letztere Name sich auf das Vorkommen am Berge Panisel, dicht südlich bei Mons, bezieht. Diese Etage ist durch das erste Auftreten von Nummuliten (und zwar von *Nummulites planulata*) ausgezeichnet, welche bei Tournay sehr häufig vorkommen. Deshalb wurde sie von Lyell als *lower Nummulitic* eingeführt, indem er überhaupt die drei Systeme, nämlich das *S. yprésien supérieur*, das *S. bruxellien* und das *S. laekénien*, als mittlere oder nummulitenführende Eocänformation zusammenfasste, und als *lower*, *middle* und *upper Nummulitic* unterschied. Südlich bei Brüssel kann man, von Forêt nach Norden, gegen Saint-Gilles hin alle diese drei nummulitenführenden Etagen überschreiten; bei Forêt selbst treten innerhalb eines glaukonitischen Sandes Steinbänke auf, welche mit *Nummulites planulata* erfüllt sind, und stark nach Norden einfallen; weiterhin erreicht man die Etage mit *Nummulites laevigata*, und noch weiter die Etage mit *Nummulites variolaria*. Durch seine bathrologische Stellung, wie durch seine Fossilien ist das *Système paniselien* als das Aequivalent der *lits coquilliers* und des unteren Bagshot-Sandes charakterisirt.

Am Berge Panisel bei Mons sieht man Schichten von Thon, von grünem und gelbem Sande und hartem Sandsteine, in welchen *Nummulites planulata* und *Pinna margaritacea* zahlreich vorkommen. Dieselben Schichten, zugleich mit förmlichen Bänken von Nummuliten-Kalkstein, treten auch bei Renaix, südlich von Audenaarde, zu Tage aus, und wiederholen sich bei Audenaarde, sowie südlich von Courtray und Gent. Nirgends aber ist der Nummuliten-Kalkstein besser zu beobachten, als bei Mons-en-Pevelle, südlich von Lille in französisch Flandern, wo in einer fast

100 Fuss mächtigen Ablagerung von sandigen und thonigen Schichten sehr viele, bis 8 Zoll starke Bänke dieses Kalksteins eingeschaltet sind, welcher zum Theil als Baustein benutzt wird. Unter diesem Schichtensysteme ist der Londonthon an 150 Fuss, und noch tiefer der plastische Thon nebst Sand fast 100 Fuss mächtig vorhanden.

5. *S. bruxellien.* Dieses besonders in der Umgebung von Brüssel, aber auch bei Cassel und anderwärts sehr deutlich entwickelte Schichtensystem besteht ganz vorwaltend aus Sand und Sandstein, welcher letztere gewöhnlich nur unregelmässige, mehr oder weniger feste Concretionen innerhalb des Sandes bildet, was auch mit dem bisweilen vorkommenden Kalksteine meistentheils der Fall ist. An manchen Orten, wie bei Aeltre, Cassel und Bailleul, bestehen ganze Schichten fast nur aus theils unversehrten, theils zerbrochenen Conchylien mit sandigem Bindemittel. Bei Groenendal, südlich von Brüssel, ist der Sand so reichlich mit Eisenoxydhydrat imprägnirt, dass das Brauneisenerz bergmännisch gewonnen wird.

In seinen oberen Schichten ist das System sehr reich an organischen Ueberresten, durch welche es als das vollkommene Aequivalent des Grobkalkes und des Bracklesham-Sandes charakterisirt wird; denn von 113 Molluskenspecies finden sich nach Prestwich 73 auch im Grobkalke, und 49 im Sande von Bracklesham, welche Verhältnisse in keiner anderen Abtheilung der französischen und englischen Tertiärformationen erreicht werden*). Die ganze Ablagerung erreicht eine Mächtigkeit von 50 bis 100 Fuss.

Lyell unterscheidet unteren, mittleren und oberen Brüsseler Sand.

Der untere Sand, welcher vorzüglich an der Gränze von Brabant und Hennegau, aber auch bei Brüssel entblöst ist, bildet bei Schaerbeek, nordöstlich von Brüssel, eine 30 bis 40 Fuss mächtige Etage von Sand, welchem mindestens 20 Lagen von grossen, sehr ungestalteten kieseligen Sandstein-Nieren eingeschaltet sind, die wegen ihrer seltsamen und grottesken Formen *pierres de grottes*, wegen ihres glänzenden Bruches *grès lustré* genannt werden: auch kommen oft cylindrische und röhrenförmige Concretionen vor, deren Gestalt an Aeste und Zweige erinnert, und den Namen *grès fistuleux* veranlasst hat. Alle diese Sandstein-Concretionen enthalten nicht selten Fischzähne und Schalen von *Ostrea flabellula* und *O. virgata*.

Ueber dieser Etage folgt der mittlere Sand, welcher weiss, lichtgrau oder gelblich, dabei sehr kalkreich ist, auch flache Concretionen eines unreinen Kalksteins enthält, der bei Brüssel und Dieghem als Kalk gebrannt wird: ausserdem erscheinen auch Sandstein-Nieren, welche wie gewöhnlich lagenweise geordnet sind, und an ihrer Oberfläche allmälig in den losen Sand übergehen. Bei Dieghem, sowie nach Le-Hon bei Schaerbeek liegen an der oberen Gränze dieses Sandes 3 bis 4 Hornsteinlagen, welche von einer schieferigen, mit Kieselpanzern von Diatomeen und mit Steinkernen von Foraminiferen erfüllten Schicht begleitet werden. Diese bei Brüssel etwa 10 Fuss mächtige Etage enthält eine grosse Menge von Fossilien, wie z. B.

---

*) Le-Hon ist jedoch der Ansicht, dass in Belgien weder der eigentliche Grobkalk, noch der Sand von Beauchamp vertreten sei; vielmehr glaubt er das *S. bruxellien* einem Theile der *sables inférieurs*, und das *S. laekénien* dem untersten Grobkalke vergleichen zu müssen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 19, 1862, *p.* 804 ff. Dagegen erklärt sich Hébert, welcher alle beide der genannten Systeme als Aequivalente des Grobkalkes betrachtet; *ibidem*, p. [illegible]. Von 105 Conchylien, welche Le-Hon aus dem *S. bruxellien* aufführt, kommen nach Hébert die meisten auch im Grobkalke vor.

*Turbinolia crispa Lam.*
*Corbula gallica Lam.*
*. . . . . umbonella Desh.*
*Lucina sulcata Lam.*
*. . . . divaricata Lam.*
*Cytherea suberycinoides Desh.*
*. . . . . semisulcata Lam.*
*. . . . . laevigata Lam.*
*Cardium porulosum Lam.*
*Cardita planicosta Desh.*
*. . . . . decussata Münst.*
*Arca barbatula Lam.*
*Tellina tenuistriata Desh.*
*Anomia laevigata Sow.*
*Ostrea flabellula Lam.*
*Calyptraea trochiformis Lam.*
*Solarium trochiforme Desh.*
*Turritella terebellata Lam.*
*Natica epiglottina Lam.*
*. . . . patula Desh.*
*Sigaretus canaliculatus Sow.*
*Fusus ficulneus Lam.*
*. . . . bulbiformis Lam.*
*Rostellaria fissurella Lam.*
*Cassidaria carinata Lam.*
*Buccinum stromboides Lam.*
*Voluta cithara Lam.*
*Conus deperditus Brug.*

Der obere Sand beginnt bei Brüssel mit einer zwei Fuss dicken Schicht, welche sehr reich an *Nummulites laevigata* und *N. scabra*, sowie an Fischzähnen (*Lamna elegans*, *Otodus obliquus* u. a.) ist, und daher den zweiten Nummuliten-horizont liefert. Darüber liegt grünlicher Sand mit grossen, flachen, mehr oder weniger kalkigen Sandstein-Nieren. In diesem etwa 20 Fuss mächtigen Sande kommen in der nächsten Umgebung von Brüssel sehr viele organische Ueberreste vor; so unter anderen nach Lyell:

*Orbitolites complanatus Lam.*
*Lunulites radiatus Lam.*
*Idmonea triquetra Lamour.*
*Spatangus Omalii Gal.*
*Echinolampas affinis Goldf.*
*Echinocyamus propinquus Gal.*
*Terebratula Kickxii Gal.*
*Crania Höninghausi Mich.*
*Anomia laevigata Sow.*
*Cardita planicosta Lam.*
*Ostrea flabellula Lam.*
*. . . . virgata Goldf.*
*. . . . cariosa Desh*
*. . . . cymbula Lam.*
*. . . . inflata Desh.*
*Pecten plebejus Lam.*
*. . . . solea Desh.*
*Dentalium Deshayesianum Gal.*
*Rostellaria ampla Brand.*

Bei Cassel wiederholen sich im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse; von unten nach oben erst weisser Sand und Sandstein, dann glaukonitische z. Th. kalkige Sande und Sandsteine, endlich grüner Mergel, grüner Sandstein, darin, ausser vielen Conchylien, in mehrfacher Wiederholung *Nummulites laevigata* und *scabra*. Wegen des Details verweisen wir auf die lehrreiche Darstellung Lyell's im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, *p.* 323 bis 331.

6. *S. laekénien*. Bei Laeken, nördlich von Brüssel, sowie bei Dileghem erscheinen über dem Sande des *S. bruxellien* andere, grünliche und gelbliche Sandschichten, welche zum Theil Sandstein-Nieren umschliessen, und dem oberen Theile von Dumont's *S. laekénien* angehören; tiefere Schichten finden sich schon südlich von Brüssel, zwischen Saint-Gilles und Forêt. Das ganze Schichtensystem ist vielleicht nur 40 Fuss mächtig, aber ausgezeichnet durch seine organischen Ueberreste, unter denen namentlich *Nummulites variolaria* hervorzuheben ist, so dass hier der dritte Nummuliten-Horizont vorliegt. Seiner Lagerung und seinen Fossilien zufolge entspricht dieses System den *sables moyens* Frankreichs und dem Bartonthone Englands. Le-Hon bemerkt, dass die Oberfläche des *S. bruxellien* vor der Ablagerung des *S. laekénien* sehr bedeutenden Erosionen und Abtragungen unterworfen gewesen ist, was auf eine lange Pause zwischen der Bildung beider Systeme schliessen lasse.

Nach Prestwich finden sich von 95 Fossilien des S. *laekénien* auch 31 im Bartonthone und 32 in den *sables moyens;* zwar sind die absoluten Zahlen derjenigen Species, welche auch im Grobkalke und im Brackleshamsande vorkommen, etwas grösser, nämlich 45 und 36; weil jedoch diese letztere Fauna viel reichhaltiger ist, als die Fauna des Bartonthones und der *sables moyens,* so stellt sich eine grössere Quote von gemeinschaftlichen Species mit diesen letzteren heraus, wodurch denn die Parallelisirung des S. *laekénien* mit dem Bartonthone und den *sables moyens* gerechtfertigt wird.

Als besonders charakteristische Formen nennt Prestwich die folgenden:

*Ostrea gigantea Brand.*
*Avicula fragilis Defr.*
*Cobula pisum Sow.*
. . . . *ficus Brand.*
*Crassatella plicata Sow.*
*Cypricardia pectinifera Sow.*
*Cardium turgidum Brand.*
*Lucina ambigua Defr.*
. . . . *saxorum Lam.*
*Venerupis striatula Desh.*
*Bulla contsricta Sow.*
. . . *Sowerbyi Nyst*
*Turritella brevis Sow.*

Dagegen erklärt Hébert das S. *laekénien* für das Aequivalent derjenigen Abtheilung des Grobkalkes, welche über den Schichten mit *Cerithium giganteum* liegt; Le-Hon aber bemerkt, dass das System unter 160 Fossilien aller Art 128 enthalte, welche im S. *bruxellien* nicht vorhanden sind. Cerithien fehlen eben so in ihm, wie in dem Brüsseler Systeme.

## §. 453. *Oligocäne und noch jüngere Tertiärbildungen in Belgien.*

Die im vorhergehenden Paragraph betrachteten Systeme der belgischen Tertiärformation begreifen die eigentlich eocänen Bildungen; die drei nächst folgenden Systeme dagegen repräsentiren die oligocänen Bildungen, welche von Lyell erst neuerdings als untermiocäne bezeichnet, und für Belgien insbesondere schon früher unter dem Namen der Limburger Schichten zusammengefasst wurden*).

A. Oligocäne Bildungen.

7. S. *tongrien inférieur.* Dieses, von Dumont nach der Gegend von Tongern benannte System besteht vorwaltend aus feinem, thonigem und glaukonitischem Sande, wie er unweit Tongern bei Grimmitingen, Vliermael, Bergh, Lethen und anderen Orten zu beobachten ist. Aus dieser, über 20 Fuss mächtigen Etage sind bereits über 100 Arten von Fossilien bekannt, welche, wegen ihrer auffallenden Verschiedenheit von denen der vorausgehenden Etagen, diesem Systeme eine grosse Bedeutung verleihen.

Nach Bosquet sind als besonders charakteristische Species durch die ganze Etage vertheilt:

*Ostrea ventilabrum Goldf.*
. . . . *cochlear Poli*
*Arca sulcicostata Nyst*
*Corbula pisum Sow.* und
*Dentalium acutum Héb.*

ausserdem sind noch sehr bezeichnend in den unteren Schichten:

*Ostrea cariosa Desh.*
*Ianira incurvata Bosq.*
*Pecten reconditus Brand.*
*Mytilus Nystii Kickx*
*Cardita latisulcata Nyst*
*Isocardia transversa Nyst*
*Crassatella intermedia Nyst* und
*Voluta suturalis Nyst*

*) *Elements of Geol.* 6. *ed. p.* 235 und *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, *p.* 295 ff.

in den oberen Schichten:

| | |
|---|---|
| *Pectunculus lunulatus Nyst* | *Turritella crenulata Nyst.* |
| *Lucina gracilis Nyst* und | |

8. *S. tongrien supérieur.* Dieses System beginnt bei Klein-Spauwen (westlich von Maestricht) mit grünlichen Mergeln von 36 Fuss Mächtigkeit; darüber folgen 6 Fuss gelblicher Sand, und endlich 14 Fuss weisser Sand, in welchem ein paar sehr muschelreiche Schichten liegen. Dieselbe Sandablagerung ist auch bei Bergh, nördlich von Klein-Spauwen, sehr gut entblöst. Durch ihre organischen Ueberreste werden alle diese Schichten als fluviomarine oder brackische Bildungen charakterisirt, während die Species grossentheils identisch mit solchen sind, wie sie bei Paris in dem über dem Gypse liegenden Meeressande vorkommen*).

In den grünen Mergeln finden sich z. B.

| | |
|---|---|
| *Corbula pisum* | *Cyrena semistriata* |
| . . . . . *complanata* | *Lucina Thierensii* |
| *Corbulomya triangula* | *Venus incrassatoides* |
| *Tellina Hebertiana* | *Natica glaucinoides.* |

In der Sandablagerung liegen zuvörderst zwei, durch weissen fossilfreien Sand getrennte Schichten, in denen besonders häufig

| | |
|---|---|
| *Corbulomya triangula Nyst* | *Paludina Draparnaudii Nyst* |
| *Cyrena semistriata Desh.* | *Rissoa Chastelii Bosq.* |
| *Lucina Thierensii Héb.* | *Rissoina Nystii Bosq.* |
| *Venus Kickxii Nyst* | *Cerithium plicatum Lam.* |
| *Limopsis Goldfussii Bosq.* | . . . . . . *elegans Desh.* |

vorkommen, welche zum Theil auch in dem gelben Sande gefunden werden. Höher aufwärts folgt eine Schicht, welche ausserordentlich reich an *Pectunculus terebratularis Lam.* ist, zu welcher Muschel sich noch *Pectunculus pulvinatus* (?), *Pecten Höninghausii, Astarte Henkelusiana, Venus laevigata, Limopsis Goldfussii* und *Dentalium acutum* als häufige Begleiter gesellen.

9. *S. rupélien.* Den Namen dieses, wesentlich aus einer bis 100 Fuss mächtigen Thonablagerung bestehenden Systems entlehnte Dumont von der Rupel, einem Zuflusse der Schelde, an dessen Einmündung bei Rupelmonde, Boom und Baesele der Thon vorzüglich gut entblöst und durch grossartige Ziegeleien aufgeschlossen ist. Es ist ein dunkelgrauer bis schwärzlicher, bisweilen schieferiger Thon, welcher nur wenig Kalkerde enthält, wohl aber viele grosse, rundliche oder abgeplattete Nieren oder Septarien eines grauen thonigen Kalksteins umschliesst, deren lagenweise Vertheilung die horizontale Lage der Schichten erkennen lässt. Er ist vollkommen identisch mit dem Septarienthone Teutschlands, obwohl man ihn anfangs, seiner petrographischen Aehnlichkeit wegen, mit dem Londonthone verglichen hatte.

Lyell giebt unter anderen folgende Notizen über dieses System. Zwei geographische Meilen von Antwerpen aufwärts an der Schelde, bei dem Dorfe Rupelmonde, ist am linken Ufer eine 80 bis 90 Fuss mächtige Thonablagerung entblöst, welche vom gelben Sande des dortigen Crag bedeckt wird. Dieser

*) Hébert, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 6, 1849, *p.* 459 ff.

dunkelfarbige Thon enthält Septarien von thonigem Kalktsein, wird nach oben schieferig, und führt viele Fossilien. Am rechten Ufer der Schelde bei Schelle ist derselbe Thon 50 bis 60 Fuss mächtig zu beobachten; so auch weiter aufwärts bei Boom, wo er 30 Fuss hoch über weissem Sande und unter dem gelben Sande des Crag ansteht; hier zerfällt er in zwei Lager, welche durch sehr grosse Septarien von einander getrennt sind; das untere ist ein reiner, zäher Thon mit Pyritknollen, das obere ist ein mehr sandiger Thon.

Als besonders häufige Fossilien sind *Leda Deshayesiana*, *Corbula pisum*, *Fusus multisulcatus* und *Pleurotoma Selysii* zu erwähnen; überhaupt aber führt Lyell 48 Species von Conchylien auf, darunter 7 Species von *Fusus*, eben so viele von *Pleurotoma*, auch Zähne von *Carcharodon heterodon*, *C. angustidens*, *Oxyrhina xiphodon*, *Otodus obliquus*, *Lamna elegans* und anderen Fischen.

Anm. Das *S. rupélien* entspricht den mitteloligocänen Bildungen Teutschlands, und Schichten von oberoligocänen Charakter waren bisher in Belgien nicht bekannt. Diese Lücke scheint neuerdings durch die Beobachtungen v. Koenen's ausgefüllt worden zu sein, welcher bei Elsloo an der Maas, 2½ Meilen nördlich von Maestricht, grünlichgrauen Thon und Sand, darüber grünlichschwarzen Sand mit Flintgeröllen, Fischzähnen und Concretionen entdeckte, welche letztere *Discina Suessii Bosq.*, *Cardium cingulatum Goldf.*, *Cytherea suberycinoides*, *Corbula subpisum*, *Pecten Münsteri*, *Aporrhais speciosa* und andere oberoligocäne Fossilien enthalten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 653.

### B. Miocäne Bildungen in Belgien.

Zu den miocänen Bildungen Belgiens wurde bisher, nach Abtrennung der oligocänen Schichten, nur die von Dumont unter dem Namen des *Système boldérien* aufgeführte Ablagerung gerechnet; neuerdings scheint man sich jedoch dahin zu neigen, auch das *S. diestien* als miocän zu betrachten*), von welchem Lyell schon früher erklärte, dass es möglicherweise mit dem Sande vom Bolderberg zu vereinigen sein dürfte.

10. *S. boldérien*. Nordwestlich von Hasselt ragt ein schmaler Landrücken etwa 50 Fuss über die Ebene auf, welcher den Namen Bolderberg führt. Sein Gipfel besteht aus Sand des folgenden Systems; darunter liegen Sand- und Geröllschichten, deren Fossilien von denen der vorhergehenden Systeme ganz verschieden sind. Man sieht von unten nach oben erst grüne, weisse und gelbe Sandschichten, denen eine 6 Zoll starke weisse Sand- und Geröllschicht mit Conchylien, zumal mit vielen grossen Austern, folgt; darüber liegen 20 Fuss mächtig theils eisenschüssige, theils reine Sandschichten, dann eine sechszöllige Geröllschicht mit verschiedenen meist zerbrochenen Conchylien und endlich ein paar Schichten von braunem und von grünem glaukonitischem Sande.

Die Selbständigkeit dieses Systems beruht also auf den paar muschelführenden Schichten, deren Conchylien und Korallen, obgleich oft sehr unvollkommen erhalten, dennoch eigenthümlich sind. Eine der häufigsten Formen ist *Oliva Dufresnei Bast.*; ausserdem finden sich von Conchylien

| | |
|---|---|
| *Corbula pisum Sow.* | *Venus rugosa* |
| . . . . . *planulata Nyst* | *Isocardia harpa Goldf.* |
| *Venus erycina Nyst* | *Leda interrupta Bosq.* |

*) Vergl. v. Koenen, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 461 und S. 634.

| | |
|---|---|
| *Ostrea* ähnlich *Meadei Sow.* | *Cancellaria evulsa Brand.* |
| *Pectunculus pilosus Nyst* | *Ancillaria obsoleta Nyst.* |
| *Natica* ähnlich *patula Lam.* | *Conus Brocchii Bronn* |

und andere, sowie von Korallen *Flabellum avicula Nyst*, und *F. Edwardsianum Bosq.*, von Bryozoën *Lunulites rhomboidalis Goldf.*

Ueberhaupt aber stimmt das *S. boldérien* sowohl nach dem allgemeinen Charakter seiner Fauna, als auch nach der Quote von noch jetzt lebenden Species am meisten überein mit den Faluns der Touraine.

11. *S. diestien.* Dieses System ist von Dumont nach der Stadt Diest, nordöstlich von Löwen, benannt worden, wo es am mächtigsten auftritt, aber keine Fossilien enthält. Es besteht wesentlich aus dunkelbraunem eisenschüssigem Sande und Eisensandstein, sowie aus grünem Glaukonit, welche als *sable noir* und *sable vert* unterschieden werden; bisweilen finden sich auch schmale Thonlagen, Flintgerölle, und häufig Nieren von Brauneisenerz, welches letztere stellenweise zu grossen Cylindern und Röhren concentrirt ist, dergleichen z. B. am Mont Noir bei Cassel in grosser Menge vorkommen. Diese Sandbildung ist in Belgien und französisch Flandern sehr verbreitet.

Früher kannte man nur bei Kesseloo, östlich von Löwen, einige Fossilien, darunter *Terebratula grandis* und eine *Turbinolia*. Nach neueren Aufschlüssen in den Festungsgräben von Antwerpen kommen jedoch dort im *sable vert* auch Fischzähne und Cetaceenreste, im *sable noir* aber viele Conchylien vor, darunter besonders häufig *Pectunculus glycimeris*. Auch sind vor einigen Jahren bei Edeghem, anderthalb Stunden südlich von Antwerpen, Thongruben eröffnet worden, wo der Septarienthon von einem thonigen schwarzen Sande überlagert wird, welcher über 150 Species von Fossilien enthält, die von Nyst beschrieben worden sind, und theils einen miocänen, theils einen pliocänen Charakter besitzen, nach von Koenen aber es dennoch rechtfertigen, diesen *sable noir* noch als ein Glied der miocänen Formation zu betrachten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 461. Schon Nyst bemerkte, dass sich unter den 145 Conchylien von Edeghem nur 52 noch jetzt lebende Species befinden, und dass 85 derselben einen miocänen Charakter zeigen, wie denn schon das Vorkommen der Gattungen *Ancillaria*, *Oliva* und *Conus* auf ein höheres Alter zu verweisen scheint.

### C. Pliocäne Bildungen in Belgien.

Die neuesten tertiären Gebilde werden in Belgien durch den Antwerpener Sand (*sables d'Anvers*) repräsentirt, welcher von Nyst bereits im Jahre 1843 als das vollständige Aequivalent des Crag von Suffolk erkannt worden war, weshalb er denn auch oft unter dem Namen Crag von Antwerpen aufgeführt wird. Dumont wählte dafür den Namen *Système scaldisien*, weil seine Schichten im Thale der Schelde (*Scaldis*) bei Antwerpen am deutlichsten aufgeschlossen sind.

12. *S. scaldisien.* Nyst unterscheidet in diesem Systeme fünf Etagen, von denen jedoch die tiefste der *sables noirs* wohl noch dem *S. diestien* angehören dürfte; darüber liegen zwei Etagen von grauem Sande (*sables gris*), dann eine Etage von thonigem Sande (*sables argileux*), und endlich eine von röthlichgelbem Sande (*sables jaunes*). Schon früher hatte De-Wael die drei Etagen des *crag noir*, *crag gris* und *crag jaune* aufgestellt, deren erste wohl mit Nyst's *sables noirs* identisch ist, während die beiden anderen die übrigen Etagen von

Nyst paarweise begreifen. Fast alle diese Etagen sind ausgezeichnet durch den Reichthum und die Manchfaltigkeit ihrer Fossilien, unter denen sich auch viele Knochen von Cetaceen befinden.

Halten wir uns einstweilen mit Lyell an die Eintheilung von De-Wael, so wären also besonders der graue und der gelbe Crag zu unterscheiden, welche genau den beiden Abtheilungen des Crag von Suffolk (S. 83) entsprechen. Der graue Crag besteht aus grauem, zum Theil auch glaukonitischem Sande; von 94 Species seiner Fossilien sind nicht weniger als 90 auch im Crag von Suffolk bekannt, während etwa die Hälfte derselben noch jetzt lebenden Species angehört. Der gelbe Crag zeigt an verschiedenen Orten eine verschiedene petrographische Beschaffenheit, erscheint jedoch meist als ein lockerer, gelber, oft glimmeriger, bisweilen thoniger oder kalkiger Sand; unter 52 Conchylien von Stuivenberg unweit Calloo finden sich 49 auch im Crag von Suffolk, während über die Hälfte derselben als noch jetzt lebende Species bekannt sind.

## Fünftes Kapitel.

## Tertiärformationen im südlichen Bayern*) und in der Schweiz.

### §. 454. *Eocänformation der bayerischen Alpen.*

Die grosse alpinische oder südeuropäische Eocänformation setzt in ihrem allgemeinen Verlaufe von Westen nach Osten auch durch die bayerischen Alpen, und zerfällt dort gleichfalls in zwei Gruppen, von welchen die eine durch die ausserordentliche Menge von Nummuliten, die andere durch den Reichthum an Fucoiden charakterisirt wird; es sind diess die Nummulitenbildung und die Flyschbildung.

Die nummulitenführenden Schichten sind aber in eine ältere und eine jüngere Abtheilung zu trennen. Die ältere Abtheilung begreift alle Schichten von der jüngsten Kreide aufwärts bis zu den Schichten des Kressenberges und dem sogenannten Granitmarmor von Neubeuern; sie ist mindestens gleichalterig mit dem pariser Grobkalke, und folgt in Bayern stets dem äusseren Rande des Hochgebirges. Die jüngere Abtheilung zeigt nicht nur gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten, welche sie den *sables moyens* und vielleicht noch höheren Schichten des pariser Beckens vergleichen lassen, sondern sie bildet auch kleinere, abgeschlossene Gebiete innerhalb des Hochgebirges. Dieses Gesetz gilt unverändert für Bayern, wie für die Schweiz und für Oesterreich.

*A.* Aeltere Nummulitenbildung der bayerischen Alpen.

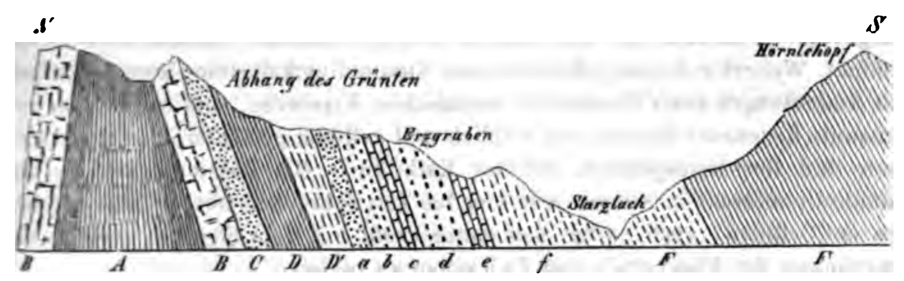
Ihr Anschluss an die Schichten der Kreideformation ist besonders an drei Stellen, nämlich bei Burgberg am südlichen Abhange des Grünten, bei Tölz an der Isar, und am nördlichen Abhange des Untersberges zu beobachten; auch

---

* Wir können es uns nicht versagen, hier eine Schilderung der Tertiärformationen Südbayerns einzuschalten, von welchen Gümbel in seiner vortrefflichen Geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges eine so gründliche und umfassende Darstellung gegeben hat.

am Kressenberge ist neuerdings durch einen Stollen eine Einsicht in die gegenseitigen Verhältnisse beider Formationen gewonnen worden.

An dem über 5000 Fuss hohen Grünten (nördlich von Sonthofen, östlich von Immenstadt) erscheint die alpinische Kreideformation in den vier Gliedern der Neocombildung, des Schrattenkalkes, des Gault und des Sewenkalksteins (II, S. 1090 f.), welcher letztere von einem dünnschieferigen, lichtgrauen, fleckigen Mergel bedeckt wird, dessen zahlreiche Einschlüsse von *Inoceramus* ihn noch mit dem Sewenkalksteine verbinden. Darüber folgen Schichten eines weichen,




*A.* Untere Neocombildung
*B.* Schrattenkalk
*C.* Gaultsandstein
*D* Sewenkalkstein
*D'* Dunkelfarbiger Mergel
*a.* Grünsandstein
*b.* Mergelige Schiefer
*c.* Nummulitenkalkstein
*d.* Mergelschichten mit Eisenerzen
*e.* Quarziger Nummulitenkalk
*f.* Flyschähnliche Nummulitenschichten
*F.* Flysch.

dunkelfarbigen, fast schwarzen jedoch fossilfreien Mergelthons, als die unmittelbare Unterlage eines Grünsandsteins (*a*), welcher bei Burgberg durch den Steinbruch des Sonthofener Eisenhüttenwerkes aufgeschlossen und nicht nur reich an *Gryphaea Brongniarti* ist, sondern auch bisweilen unzweifelhafte Nummuliten enthält, so dass mit ihm die eigentliche Nummulitenformation beginnt.

Diesen Sandstein überlagert eine Reihe mergeliger Schiefer mit eingeschalteten Kalksteinbänken und Grünsandlagen (*b*); dann folgt ein fast dichter, weisser Nummulitenkalkstein (*c*), welcher als ein hohes, von einer Burgruine gekröntes Felsenriff aufragt, und von ähnlichen Mergelschiefern (*d*) bedeckt wird, wie sie in seinem Liegenden anstehen. In diesen oberen Mergelschiefern kommen mehre Flötze von oolithischem Eisenerze vor: über ihnen liegt ein zweiter Kalkstein (*e*), welcher zahlreiche eckige Körner und Splitter von Quarz enthält, die auf der Oberfläche des verwitterten Gesteins scharf hervortreten, und ihr eine eigenthümlich rauhe Beschaffenheit ertheilen. Alle diese Gesteine sind in einzelnen ihrer Schichten mit Fossilien der Nummulitenformation erfüllt.

Das Eisenerz besteht aus einem thonigkalkigen, durch Eisenoxyd roth gefärbten Bindemittel, und zahlreichen concentrisch-schaligen Eisenerzkörnern, welche äusserlich meist roth, innerlich braun oder grünlich sind; sie enthalten nach v. Kobell 35 bis 55 Procent Eisenoxyd, und werden in Sonthofen verschmolzen.

Weiterhin gegen den Starzlachtobel überschreitet man einen, aus schwarzem Mergelschiefer, Schieferthon, blaulichgrauem kieseligem Kalkstein und grünem Sandstein bestehenden Schichtencomplex (*f*), welcher dem Flysche schon sehr ähnlich ist, auch stellenweise Fucoiden erkennen lässt, dennoch aber noch

nummulitenführende Schichten enthält, bis endlich jenseits der Starzlach der Flysch (*F*) mit seinen charakteristischen Eigenschaften, ohne thierische Ueberreste aber mit häufigen Fucoiden, in grosser Mächtigkeit und concordanter Lagerung das ganze Profil beschliesst.

Oestlich vom Grünten ist die Nummulitenformation anfangs nur selten zu beobachten; erst im Isarthale bei Tölz, am Fusse des Blomberges, gewinnt sie wieder eine grössere Verbreitung. Dort liegt über einem der Kreideformation angehörigen grünen Sandsteine ein grauer, an *Inoceramus* reicher Mergel; darauf ein schwarzer Mergel und ein zweiter Grünsandstein, welcher dem Burgberger Grünsandsteine des Grünten entspricht und die Nummulitenformation eröffnet. Weiterhin folgen gelblichweisser Nummulitenkalkstein, Mergelschichten mit Andeutungen eines Flötzes von oolithischem Eisenerze, und endlich der sogenannte Enzenauer Marmor, ein röthlich und gelblich gefärbter, von Quarzkörnern und Hornsteinsplittern erfüllter Kalkstein. Die Zusammensetzung der Nummulitenformation stimmt also hier bei Tölz sehr wohl überein mit derjenigen am Grünten; auch endigt das ganze Profil mit dem Flysche, welcher die Hauptmasse des Blomberges und Zwieselberges bildet.

Noch weiter östlich, am Fusse des hohen Teisenberges lagert die berühmte und viel besprochene Nummulitenbildung des Kressenberges, welche durch mächtige Flötze von oolithischem Eisenerze und durch einen grossen Reichthum von organischen Ueberresten ausgezeichnet ist. Durch den Pattenauer Stollen sind auch hier Mergelschichten mit Inoceramen und sogar mit *Belemnitella mucronata* als das Liegende der Nummulitenformation nachgewiesen worden. Diese selbst beginnt mit einem gelben Sandsteine, welcher hinter dem Achthaler Hohofen zu Gestellsteinen gebrochen wird; darüber liegt sehr mächtig ein schwärzlicher Mergelthon, wechselnd mit graulichem und röthlichem Sandstein und mit zwei Lagern des sogenannten Granitmarmors; dann folgt ein System von glaukonitischen Sandstein- und grauen Thonschichten, welchem mindestens sechs Erzflötze eingeschaltet sind, deren Mächtigkeit meist ein Lachter und darüber beträgt; endlich schliesst das Ganze mit einer sehr mächtigen Thonablagerung. Alle diese Schichten fallen meist 70° in OSO., obgleich sie stellenweise durch Faltungen und Verwerfungen von dieser Lage mehr oder weniger abweichen.

Die Eisenerze des Kressenberges werden als Rotherz und Schwarzerz unterschieden. Das erstere besteht aus einem thonigkalkigen, mit Quarzkörnern gemengten röthlichgelben Bindemittel, und aus runden, glatten, concentrisch-schaligen Eisenerzkörnern von vorherrschend braunrother Farbe. Das Schwarzerz enthält in einem grünlichgrauen Bindemittel zahlreiche, dunkelbraun gefärbte Eisenerzkörner, und pflegt reichhaltiger zu sein, als das Rotherz. Uebrigens sind diese Erzlager eigentlich nur besonders erzreiche Schichten des Nummulitensandsteins, in welchen sie bisweilen bei abnehmendem Erzgehalte übergehen.

Die Erzflötze und die sie einschliessenden glaukonitischen Sandsteine enthalten ausser den Nummuliten zahlreiche andere, für die alpinische Nummulitenformation charakteristische Fossilien. Unter den genau bestimmten Arten finden sich nach Gümbel 161, welche auch anderwärts in den älteren Ter-

rbildungen bekannt sind; mehr als die Hälfte derselben ist identisch mit rten des Grobkalkes und des unteren Meeressandes im Pariser Bassin.

Als dergleichen mit Pariser Arten identische Formen führt Gümbel die folgengen auf *):

Foraminiferen.

*Ovulina margaritula Lam.*
*Nummulites planulata Lam.* **)

Korallen.

*Madrepora Solanderi Defr.*

Echinodermen.

*Pentacrinus didactylus Orb.*
*Pygurus ellipsoidalis Ag.*
*Echinolampas affinis Ag.*
*Echinanthus Cuvieri Ag.*
*Pygorhynchus grignoniensis Ag.*
*Coelorhynchus sinuatus Ag.*
*Hemiaster subglobosus Desm.*

Brachiopoden.

*Terebratula Kickxi Gal.*
*Terebratula bisinuata Lam.*

Conchiferen.

*Ostrea flabellula Lam.*
. . . . *bellovacina Lam.*
. . . . *gigantea Brand.*
. . . . *multicostata Desh.*
*Spondylus multistriatus Desh.*
. . . . . . *radula Lam.*
*Pecten imbricatus Desh.*
. . . . *mitis Desh.*
. . . . *multistriatus Desh.*
. . . . *plebejus Lam.*
. . . . *solea Desh.*
*Modiola lithophagina Desh.*
*Mytilus rimosus Lam.*
*Cucullaea crassatina Lam.*
*Arca barbatula Lam.*
*Nucula similis Sow.*
. . . . *margaritacea Lam.*
*Pectunculus pulvinatus Lam.*
*Chama calcarata Lam.*
*Cardita calcitrapoides Lam.*
*Cardita multicostata Desh.*
. . . . . *pusilla Desh.*
. . . . . *acuticostata Desh.*
*Cardium asperulum Lam.*
. . . . . *Hörnesi Desh.*
. . . . . *difficile Desh.*
. . . . . *semistriatum Desh.*
*Cyprina scutellaria Desh.*
*Lucina grata Defr.*
*Crassatella compressa Lam.*
. . . . . . *ponderosa Nyst.*
*Venus turgidula Desh.*
*Cytherea globulosa Desh.*
. . . . . *nitidula Lam.*
*Psammobia debilis Desh.*
*Fistulana ampullaria Lam.*
*Panopaea intermedia Orb.*
*Solen cultellatus Mün.*
*Cultellus fragilis Desh.*
*Teredina Oweni Desh.*

Gastropoden.

*Siliquaria striata Defr.*
*Calyptraea lamellosa Desh.*
. , . . . . *trochiformis Lam.*
*Velates Schmidelanus Chemn.*
*Natica mutabilis Desh.*
. . . . *sigaretina Desh.*
*Scalaria crispa Lam.*
. . . . . *nodosa Sow.*
. . . . . *tenuilamella Desh.*
*Turritella fasciata Lam.*
. . . . . *imbricataria Lam.*
. . . . . *terebellata Lam.*

---

*) A. a. O. S. 596 ff.; weiterhin, S. 653 bis 664, werden noch viele neue, oder dem [illegible]berge eigenthümliche Species besprochen.

**) Mit dieser häufigen Species finden sich noch 12 andere Nummulitenspecies, welche ich an anderen Puncten der bayerischen Alpen, in der Schweiz, bei Nizza und im südlichen rankreich bekannt sind.

*Solarium bistriatum Desh*
*Phorus agglutinans Desh.*
*Triton pyraster Lam.*
. . . . *striatulus Desh.*
*Fusus angulatus Lam.*
. . . . *bulbiformis Lam.*
. . . . *regularis Sow.*
. . . . *rugosus Lam.*
. . . . *tuberculosus Desh.*
*Pyrula elegans Lam.*
*Pleurotoma glabrata Lam.*
*Morio nodosus Orb.*
*Harpa mutica Lam.*
*Buccinum tiara Desh.*
*Voluta bulbula Lam.*
. . . . *depressa Lam.*
. . . . *muricina Lam.*
*Cypraea inflata Lam.*
. . . . . *Levesquei Desh.*
. . . . . *oviformis Sow.*
*Conus deperditus Brug.*
. . . . *turritus Lam.*

Cephalopoden.

*Nautilus imperialis Sow.*
. . . . . *regalis Sow.*
*Nautilus ziczac Sow.*

Nach diesen und anderweiten paläontologischen Uebereinstimmungen ist wohl der eocäne Charakter des Kressenberger Schichtensystems nicht zu bezweifeln. Dasselbe gilt von dem Schichtensysteme des Grünten, dessen Fauna, wenn auch etwas weniger reich, doch ausserdem gänzlich übereinstimmend ist. Alle diese Schichten der bayerischen Alpen stellen nur eine eigenthümliche Facies der älteren alpinischen Nummulitenformation dar; jener merkwürdigen Formation, welche die ganze alte Welt von der pyrenäischen Halbinsel über die Krimm und den Himalaya bis nach Luzon durchzieht.

Gegen die Richtigkeit dieser Folgerung hat Schafhäutl schon früher das Bedenken geltend zu machen gesucht, dass sich unter den Fossilien des Kressenberges 32 cretacische und 7 jurassische, dagegen nur 15 unzweifelhaft tertiäre Species befinden, weshalb das dortige Schichtensystem »verschiedenen Perioden angehörend, als ein kaum lösbares Räthsel dastehe«, und wohl anzunehmen sei, dass sich in dem tiefen alpinischen Meere allerlei »Thierformen fort und fort lebend erhalten haben«, welche in den seichteren nördlichen Meeren bereits ausgestorben waren*). Dagegen bemerkt Gümbel (a. a. O. S. 588), dass unter denen von ihm selbst gesammelten und untersuchten Petrefacten des Kressenberges weder eine ächte Kreidespecies noch eine Juraspecies zu finden sei, und dass sich die Annahme solcher exceptionellen Verhältnisse der Kressenberger Schichten als durchaus unbegründet herausstelle. Auch die neueren und noch weit zahlreicheren Belege, welche Schafhäutl in seinem Werke, Südbayerns *Lethaea geognostica* (1863), für seine Ansicht aufgestellt hat, sind von Gümbel im Neuen Jahrbuche für Mineralogie, 1865, S. 129 ff. auf ihre Beweiskraft geprüft und als ungiltig erkannt worden.

Die über den Erzflötzen liegenden Schichten sind am Kressenberge nicht hinreichend aufgeschlossen, während solche am Grünten eine zweite, durch scharfe Quarzkörner ausgezeichnete Ablagerung von Nummulitenkalkstein, höher aufwärts aber eine so innige Verknüpfung von nummulitenhaltigen Gesteinen mit dem Flysche erkennen lassen, dass keine scharfe Gränze zwischen beiden gezogen werden kann. So viel steht fest, sagt Gümbel, dass am Grünten, wie bei Tölz und am Kressenberge, flyschähnliche Schichten ohne eine bemerkbare

*) Neues Jahrb. für Mineralogie, 1846, S. 694 und 1852, S. 172.

hervorstechende Zwischenschicht unmittelbar und gleichförmig auf die ältere Nummulitenbildung folgen.

*B.* Flyschbildung der bayerischen Alpen.

Dieser unzertrennliche Begleiter der älteren Nummulitenformation zieht sich unmittelbar aus der Schweiz durch Vorarlberg in die bayerischen Alpen, welche er mit mehr oder weniger Unterbrechung von Westen nach Osten durchsetzt. Auch dort nimmt der Flysch seine Stelle über den Nummulitenschichten ein, mit welchen er nach unten so innig verbunden ist, dass sich kaum irgendwo eine Gränze angeben lässt. Dennoch aber scheinen seine Mächtigkeit, seine petrographischen Eigenthümlichkeiten und der Mangel an thierischen Ueberresten dafür zu sprechen, dass er nicht blos als eine obere Abtheilung der Nummulitenformation, sondern als eine selbständige jüngere Formation zu betrachten ist, welche etwa in die Periode der *sables moyens*, oder auch der mittleren Süsswasserbildung des Pariser Bassins fallen dürfte; diese letztere Deutung ist auch schon im Jahre 1857 von Karl Mayer aufgestellt worden*).

In den bayerischen Alpen sind es besonders Sandsteine, Schiefer, Mergel und Kalksteine, welche in vielfacher Abwechslung die Flyschformation zusammensetzen.

Der Flyschsandstein ist meist recht feinkörnig, fast dicht, sehr kalkhaltig, hält oft eingesprengte Quarzkörnchen, Glimmerschuppen und sparsame lichtgrüne Puncte; er erscheint gewöhnlich dickschichtig, doch kommen auch dünnschichtige weichere Varietäten vor, welche viele kohlige Flecke und Puncte enthalten. Andere sehr charakteristische Varietäten erscheinen als grobkörnige, polygene Sandsteine, welche aus klaren Quarzkörnern, fleischrothen Feldspathkörnern, weissen Glimmerschuppen und abgerollten Bröckchen von Kalkstein, Mergel und primitiven Gesteinen bestehen, die durch ein kalkiges Cäment zu einem sehr festen Gesteine verbunden sind. Stellenweise, wie am Bolgen bei Sonthofen, tritt auch das schon oben (S. 14) erwähnte Conglomerat auf, welches zahlreiche Fragmente und Blöcke von Granit und anderen älteren Gesteinen umschliesst.

Die Flyschschiefer sind graulichgrüne bis schwarze, selten rothe, meist gestreifte, kalkarme Schieferthone von ebenflächiger Schichtung, welche zu griffelförmigen Stücken zerwittern, und auf ihren Spaltungsflächen meist Abdrücke von Fucoiden zeigen.

Die Flyschmergel schliessen sich an die Schiefer an, unterscheiden sich aber durch ihren starken, bis zu 60 Procent steigenden Kalkgehalt, und erscheinen als lichtgraue bis schwärzliche, oberflächlich ausbleichende, dünnschieferige, an Fucoiden sehr reiche Gesteine.

Die Flyschkalksteine sind theils Mergelkalksteine, theils Kieselkalksteine: die ersteren sind lichtgrau, jedoch stark ausbleichend, dünnschichtig und von einem ausgezeichnet bröcklich-muscheligen Bruche; die Kieselkalk-

*) Vergl. oben S. 10, Nr. 5, die ligurische Stufe.

steine sind gleichfalls dünnschichtig, sehr hart, oft dicht wie Hornstein, im Bruche splitterig, enthalten oft Glaukonitkörner und nach Schafhäutl bis 74 Procent Kieselsäure. Beide werden häufig von vielen weissen Kalkspathadern durchschwärmt.

Auch Thoneisenstein, mit 30 bis 60 Procent kohlensaurem Eisenoxydul, kommt theils in dünnen Schichten, theils in linsenförmigen Nieren zwischen den übrigen Gesteinen vor.

»In wunderlich zusammengefalteten, im Zickzack geknickten und zurückgebogenen Schichten steigt der Flysch im Osten am Fusse der Alpen zu ansehnlichen Vorbergen auf, ohne jemals dieses Gränzgebiet zu überschreiten, und in das Innere des Kalkgebirges vorzudringen. Im Westen dagegen erhebt er sich, verstärkt an Mächtigkeit, zu noch höheren Bergen, und gewinnt, wenn auch immer noch von der Schranke des älteren Kalkgebirges zurückgehalten, diesem letzteren fast ebenbürtig gegenüberstehende Höhen. Dennoch prägt sich in den weicheren, milderen Bergformen die eigenthümliche Natur der Flyschgesteine so scharf aus, dass man die Flyschberge schon aus weiter Ferne von den Kalkbergen zu unterscheiden vermag. Bis zum Gipfel bewachsen oder berast nähren die oft steilen Gehänge fette Alpenweiden auf den Höhen, und in den Tiefen prachtvolle Wälder. Doch fehlen auch zahlreiche tiefe Tobel nicht, welche rinnenartig von dem Rücken herabziehend bis auf das feste Gestein einschneiden. In ihrer weiteren Ausbildung entstehen Thäler, welche mit einem grossartigen Kessel zu beginnen pflegen, und sich weiter abwärts immer mehr erweitern. Unermesslichen Schutt führen die Gewässer in diesen Rinnen und Thälern abwärts, indem das weiche Gestein des Flysches, fortdauernd von der Zerstörung benagt, sich leicht auflockert und zerbröckelt.« So schildert Gümbel die Physiognomie der Flyschberge, a. a. O. S. 614 f.

### *C.* Jüngere Nummulitenbildung der bayerischen Alpen.

Gleichwie am Grünten, im äussersten Westen der bayerischen Alpen, so beginnt die ältere Nummulitenformation auch im äussersten Osten derselben, am Untersberge bei Reichenhall, mit einem grünen Sandsteine, welcher *Gryphaea Brongniarti* und viele kleine Nummuliten umschliesst. Darüber folgen gegen Schloss Plain sandige Kalk- und Thonschichten, auch erdige Kalksteine, und, am Schlossberge selbst, ein körniger, gelblichgrauer, mit Quarzkörnern erfüllter Kalkstein, bis endlich ein thoniger, mit schwarzen Mergellagen wechselnder Sandstein die ganze Schichtenreihe beschliesst.

Diese oberen Schichten enthalten anfangs noch Nummuliten, Orbitoliten und Korallen, weiter aufwärts Blätterabdrücke und calcinirte Conchylien; es fehlen ihnen aber die Eisenerzflötze des Kressenberges, und eine genauere Untersuchung ihrer organischen Ueberreste hat zu der Ansicht geführt, dass die Hauptmasse derselben einer jüngeren Abtheilung der Nummulitenformation angehöre, welche aber desungeachtet von dem Flysche in concordanter Lagerung bedeckt zu werden scheint. Sonach dürfte hier eine unmittelbare Ueberlagerung der älteren Nummulitenbildung durch die jüngere Statt finden*).

Als ein im Innern der Kalkalpen lagerndes Beispiel der jüngeren Nummulitenbildung hebt Gümbel besonders das Becken von Reit im Winkel

*) Gümbel, a. a. O. S. 585, 611 und 631.

(östlich von Kössen) hervor*). Dort liegen in der Tiefe, über dem Hauptdolomite der Keuperformation, Dolomitbreccien, sowie kalkige Conglomerate, welche letztere auf der verwitterten Oberfläche durch scharfe Quarzkörner ausgezeichnet sind. Ihnen schliesst sich ein kalkigsandiges Gestein an, mit zahllosen Foraminiferen und sehr vielen calcinirten Conchylien, dann ein grünlichgrauer Mergel mit festeren Kalkmergelschichten, und endlich ein mollassenähnlicher Sandstein, welcher reich an Pflanzenabdrücken ist. Unter den Foraminiferen zeichnen sich besonders *Operculina ammonea* und *Nummulites variolaria* aus; mit ihnen führt Gümbel 114 auch anderwärts bekannte Species auf**), von welchen 54 in der unteren Abtheilung der Pariser Eocänformation, 51 dagegen auch in den *sables moyens* vorkommen, während sich darunter schon 15 Species aus der Oligocänformation befinden.

Diese bedeutende Anzahl von obereocänen Arten, und der Umstand, dass die Nummulitenschichten von Reit im Winkel mit den benachbarten Schichten von Kressenberg nur wenige gemeinschaftliche Arten aufzuweisen haben, berechtigen uns wohl, dieser Nummulitenbildung ein relativ jüngeres Alter zuzuerkennen und sie dem mittleren Meeressande des Pariser Beckens (oder dem Sande von Beauchamp) gleich zu stellen.

Auch die von Heer bestimmten Pflanzenreste, welche mit jenen von Häring übereinstimmen, bestätigen diese Folgerung, ebenso wie der Mangel einer jeden Beziehung zu dem Flysche, welcher in der Umgebung von Reit gar nicht vorhanden ist, sondern stets auf den äussersten Rand des Hochgebirges beschränkt bleibt.

## §. 455. *Oligocänformation im südlichen Bayern.*

Mit der Nummulitenbildung und dem Flysche fällt die nördlichste Vorstufe der Alpen in das Gebiet der bayerischen Hochebene ab, welche an ihrem südlichen Rande noch den Charakter eines bergigen und hügeligen Landes zeigt, und sich erst weiter nach Norden allmälig zu einer förmlichen Ebene verflacht. Gleichmässig tritt man aus dem Gebiete jener ältesten Tertiärbildungen in das der jüngeren und jüngsten Tertiärschichten ein, über welchen sich endlich die Diluvial- und Alluvial-Gerölle in grosser Mächtigkeit ausbreiten.

Zunächst dem Rande des Hochgebirges treten unter diesen Geröllen festere Schichten auf, welche meist nur in den Thaleinschnitten und auf dem Rücken der Berg- und Hügelreihen zu Tage austreten, deren Grundfesten von ihnen gebildet werden. Da erscheinen feste Conglomerate, wechselnd mit Mergeln und mit feinkörnigen Sandsteinen, welche allmälig immer mehr überhand nehmen und, ausser vielen anderen organischen Ueberresten, besonders auch viele Flötze von Pechkohle umschliessen. Alle diese Schichten sind mehr oder weniger steil aufgerichtet, mehrfach stark gefaltet und meist auch überkippt, so dass sie grossentheils ein steiles südliches Einfallen zeigen.

An diese steil aufgerichteten Schichtenzonen lehnen sich weiter nördlich weichere sandige Schichten, Sandmergel und Thonmergel, anfangs gleichfalls

*) Gümbel, a. a. O. S. 602, 640 und 665.

**) Gümbel, a. a. O. S. 602 ff.

in steiler und selbst überkippter, weiterhin in wenig geneigter und zuletzt in horizontaler Lagerung, welche nach unten noch zahlreiche marine, höher aufwärts dagegen limnische Conchylien nebst Braunkohlenlagern enthalten, und sonach einen Uebergang aus marinen in limnische Bildungen erkennen lassen, welche letztere die gegen die Donau hin sich einsenkende Fläche bilden.

Sonach scheiden sich die Tertiärbildungen der bayerischen Hochebene in zwei grosse Gruppen, welche sich durch ihre Lagerung und Verbreitung, wie durch ihre organischen Ueberreste ganz unzweifelhaft als zwei verschiedene Formationen erweisen, und von Gümbel als ältere (oligocäne) und als jüngere (miocäne) Molasse aufgeführt werden.

Durch folgendes Profil veranschaulicht uns Gümbel die Architektur und die Gliederung dieser wichtigen Gebilde der bayerischen Hochebene.




| Aeltere Molasse. | Jüngere Molasse. |
|---|---|
| 1. Aelteste Meeresschichten. | 6. Graue Blättermolasse. |
| 2. Untere Blättermolasse. | 7. Obere Meeresmolasse. |
| 3. Untere Cyrenen- u. Pechkohlenschichten. | 8. Obere Süsswassermolasse und Knochensand. |
| 4. Untere bunte Molasse. | |
| 5. Obere Cyrenen- u. Pechkohlenschichten. | a. Diluvialgeröll. |

Diese Gliederung der Molasse ist in der mittleren Region, zwischen Miesbach und dem Peissenberge, nachgewiesen worden; von dieser Region aus ändern sich jedoch die Verhältnisse sowohl nach Osten als auch nach Westen.

Wenden wir uns zuvörderst nach Osten, so finden wir im Traunthale zwar noch die Aufeinanderfolge der Eocänschichten, der älteren und (bei Traunstein) der jüngeren Molasse; allein die ältere Molasse, welche im Durchschnitte des Ammerthales fünf Stunden breit ist, hat sich hier auf eine Stunde verschmälert, und keilt sich weiter östlich noch vor dem Ende des Teisenberges gänzlich aus, so dass dort die jüngere Molasse unmittelbar an den Alpenrand herantritt. Dasselbe Verhältniss setzt nach Oesterreich hinein fort, wo daher auch mit der älteren Molasse die Pechkohlenflötze fehlen.

Vom Ammerthale nach Westen hin erstreckt sich die ältere Molasse bis gegen die Wertach; aber schon am Lech verlieren sich die zahlreichen Einlagerungen von Pechkohlen; um so häufiger und mächtiger werden dafür die Conglomerate, welche bereits südlich von Nesselwang und am Grünten bis dicht an die Kreideformation heranziehen, westlich vom Illerthale aber mit grosser Breite in den Gebirgsstock der Alpen selbst eindringen, indem sie sich allmälig immer flacher legen, und endlich horizontal ausbreiten. Die stellenweise vorkommenden Petrefacten beweisen jedoch, dass man sich hier schon im Gebiete der jüngeren Meeresmolasse befindet, wie solche in der benachbarten Schweiz auftritt, und deren Schichten hier zum Theil eben so steil aufgerichtet sind, wie jene der älteren Gebilde, während sie im Osten, am Simssee, Chiemsee und Waginger See noch horizontal liegen.

Bei dieser Verfolgung der älteren, kohlenführenden Molassenschichten vom Peissenberge nach Westen stellt sich also das Resultat heraus, dass die durch

eigenthümliche Conglomerate ausgezeichnete Zone der bunten Molasse dorthin immer mächtiger und vorherrschender wird, mit welcher zunehmenden Mächtigkeit sie denn auch durch Vorarlberg in die Schweiz hinein fortsetzt, und zu bedeutenden Höhen aufragt. Ein in ihrem Hangenden vorkommendes schwaches Pechkohlenflötz, welches sich vom Wertachthale bis zum Bodensee verfolgen lässt, berechtigt uns dennoch, diese kohlenarme und auch an anderen organischen Ueberresten sehr dürftige Etage des Algäus für eine besondere Facies der Miesbach-Peissenberger kohlenreichen Schichtenzone zu erklären.

### Oligocäne oder ältere Molasse.

Die vorherrschenden Gesteine dieser älteren Molasse sind Conglomerate, Sandsteine, Mergelschiefer und Steinmergel, welchen sich noch Stinkkalk und Pechkohlen als untergeordnete Glieder zugesellen.

Die Conglomerate (Nagelfluhen oder Nagelsteine) bestehen aus erbsen- bis faustgrossen Geröllen von dunkelfarbigen Kalksteinen, von quarzigen und hornsteinartigen Gesteinen, und aus einem sandigmergeligen, meist auch glimmerhaltigen Cämente; nur selten finden sich unter den kalkigen und kieseligen Geröllen auch solche von Hornblendgesteinen, Gneiss und Granit; auch gehören Gerölle mit Eindrücken anderer Gerölle zu den nicht häufigen Vorkommnissen. Durch Ueberhandnahme des Cämentes und durch Verkleinerung der Gerölle geht das Gestein in Sandstein über. Die gewöhnliche Farbe dieses Conglomerates ist grau; doch treten im Algäu auch rothe Farben auf, womit denn, durch Wechsellagerung grauer und rother Mergel-, Sandstein- und Conglomeratschichten, buntstreifige Felsmassen entstehen.

Die Sandsteine treten in sehr verschiedenen Varietäten auf; auch ihre Farbe ist meist grau, selten gelblich, weiss oder röthlich, bisweilen graulichgrün durch beigemengten Glaukonit; Glimmerschuppen sind fast immer vorhanden und bedingen oft eine schieferige Structur; durch Aufnahme von Geröllen geht der Sandstein über in feines Conglomerat; er ist immer kalkhaltig, und braust daher mehr oder weniger, wenn er mit Säuren befeuchtet wird. Die, im Ganzen seltenen, feinen und festen Varietäten werden als Bausteine und zu Bildhauerarbeiten, die gröberen Varietäten zu Mühlsteinen und Schleifsteinen, die sehr feinen und dünnschieferigen Varietäten zu Wetzsteinen verwendet. Organische Ueberreste sind nur selten vorhanden.

Die Mergelschiefer, welche bald mehr kalkig, bald mehr sandig sind, liefern einen wesentlichen Bestand der älteren Molasse; sie sind gewöhnlich grau, selten grau und gelb marmorirt oder ziegelroth (wie namentlich im Algäu), dünnschichtig, im Bruche splitterig, und zerwittern leicht zu einer weichen thonigen Masse.

Die Steinmergel sind harte und spröde kalkreiche Mergel von muscheligem Bruche, grau, doch häufig dunkel gestreift und geflammt; sie bilden theils Lagen theils knollige Concretionen im Mergelschiefer, und liefern oft ein sehr gutes Material zur Cämentfabrikation; auch enthalten sie viele und gut erhaltene organische Ueberreste.

Der Stinkkalk ist ein bituminöser, graulichweisser bis schwärzlicher,

dünnschichtiger Süsswasserkalkstein, welcher die Pechkohlenflötze begleitet, Land- und Süsswasser-Conchylien und zahlreiche Pflanzenreste umschliesst.

Die Pechkohle endlich ist eine ganz compacte und homogene, der ächten Steinkohle ähnliche, schwarze und glänzende Kohle, von dunkelbraunem Striche, und vom spec. Gewichte 1,27 ... 1,35; sie liefert ein zu vielen Feuerungen sehr brauchbares Brennmaterial, mit einem meist zwischen 3 und 13 Procent schwankenden Aschengehalte, und giebt 46 bis 63 Procent Kok.

Die gewöhnlich mit Stinkkalklagen verbundenen Flötze sind meist 1 bis 3, selten 4 bis 5 Fuss mächtig, daher nicht immer bauwürdig. Am Peissenberge kennt man 21, darunter 5 bauwürdige; bei Miesbach sind sogar 30 bis 40 verschiedene Flötze bekannt, von denen jedoch viele gleichfalls nicht abgebaut werden.

Was nun die Gliederung und das geologische Alter dieser älteren Molasse betrifft, so ist schon aus dem oben, S. 104, mitgetheilten Profile zu ersehen, dass Gümbel innerhalb derselben fünf verschiedene Glieder unterscheidet; durch ihre Lagerung aber und durch ihre organischen Ueberreste wird diese Molasse als eine Formation der oligocänen Periode charakterisirt.

1. Aelteste Meeresschichten. Diese tiefsten, zunächst am Gebirgsrande und unter dem Hauptzuge der Conglomerate anstehenden Schichten bestehen aus grauen weichen Mergeln, aus gleichfarbigem Sandsteine und aus Conglomerat. Sie sind aber nur an wenigen Stellen in grösserer Ausdehnung aufgeschlossen; so z. B. im Thalberggraben bei Traunstein, am Ufer der Leitzach oberhalb Drachenthal, im Lochergraben bei Miesbach, an der Isar bei Tölz, und in einem langen schmalen Streifen von der Isar bis zum Rheinthale. Ihre organischen Ueberreste stammen lediglich von marinen Thieren, wie aus folgendem Verzeichnisse der auch anderwärts bekannten Species zu ersehen ist*).

Conchiferen.

*Ostrea callifera Lam.*
. . . . *cyathula Lam.*
*Anomia burdigalensis May.*
*Cyprina rotundata Bronn*
*Corbula gibba Defr.*
*Crassatella Bronni Mer.*
*Cytherea incrassata Sow.*
. . . . . *splendida Mer.*
. . . . . *Brocchii Desh.*
. . . . . *erycina Lin.*
*Tellina Nystii Desh.*
*Lucina divaricata Lam.*
*Pullastra vetula Bast.*
*Nucula Lyellana Bosq.*
*Cyrena subarata Bronn*
*Thracia plicata Desh.*
*Modiola micans Braun*
*Panopaea Hebertiana Bosq.*
. . . . . *Menardi Desh.*
. . . . . *Fischeri May.*
*Pholadomya alpina Math.*

Gastropoden.

*Dentalium brevifissum Desh.*
*Calyptraea chinensis Desh.*
. . . . . . *striatella Nyst*
*Neritina fulminifera Sandb.*
*Natica micromphalus Sandb.*
. . . . *Nystii Orb.*
*Natica helicina Brocc.*
. . . . *Josephinia Bronn*
*Melanopsis gibbosula Grat.*
*Turritella cathedralis Brong.*
. . . . . *turris Bast.*
. . . . . *triplicata Brocc.*

*) Gümbel, a. a. O. S. 686; weiterhin, S. 741 ff. werden noch viele andere Species aufgeführt.

| | |
|---|---|
| *Cerithium plicatum Lam.* | *Fusus multisulcatus Nyst* |
| ...... *margaritaceum Brong.* | .... *scalariformis Nyst* |
| ...... *resectum Desh.* | .... *elongatus Beyr.* |
| *Chenopus acutidactylus Sandb.* | *Cancellaria ringens Sandb.* |
| *Murex brevicauda Héb.* | *Pyrula concinna Beyr.* |
| *Pleurotoma belgica Goldf.* | .... *Lainei Bast.* |
| ...... *Selysii Kon.* | *Tritonium flandricum Kon.* |
| ...... *ramosa Bast.* | *Cassis aequinodosa Sandb.* |
| ...... *Duchatelii Nyst* | *Voluta Rathieri Héb.* |
| ...... *laticlavia Beyr.* | .... *decora Beyr.* |
| ...... *subdenticulata Münst.* | |

Unter diesen 54 Species befinden sich 39 unteroligocäne und 23 oberoligocäne Formen, woraus denn Gümbel mit Recht folgert, dass dieses tiefste Glied der Molasse den *sables supérieurs* des Pariser Bassins zu parallelisiren sei.

2. Untere Blättermolasse. Auf die vorausgehende rein marine Bildung folgen nun zunächst mehre Conglomeratbänke, dicke, in vielen Steinbrüchen aufgeschlossene Sandsteine und sandige Mergel. Diese im Ganzen nicht sehr mächtige Zwischenbildung enthält häufige Pflanzenreste, namentlich Blattabdrücke von *Quercus furcinervis*.

3. Untere Cyrenen- und Pechkohlenschichten. Mit dem ersten Pechkohlenflötze stellen sich, ausser zahlreichen Pflanzenresten, auch die ersten Cyrenen- und Cerithienschichten ein, welche theils aus Stinkkalk, theils aus Schieferthon bestehen, aber keine grosse Mächtigkeit erlangen, ja bisweilen nur auf wenige Fuss beschränkt sind.

Von Pflanzenresten sind besonders *Glyptostrobus europaeus* und das Farnkraut *Lastraea styriaca*, von Conchylien

| | |
|---|---|
| *Cyrena subarata Bronn* | *Corbula gibba Defr.* |
| *Dreissenia Basteroti Bronn.* | *Melanopsis foliacea Gümb.* |
| ...... *Brardi Bronn* | *Cerithium plicatum Lam.* und |
| *Arca cardiiformis Bast.* | *Buccinum subpolitum Sandb.* |
| *Cytherea incrassata Desh.* | |

zu erwähnen.

4. Bunte Süsswassermolasse. Ein äusserst mächtiger, aber an Fossilien sehr armer Schichtencomplex, welcher aus vielfach wechselnden Schichten von buntfarbigem Mergel, von gleichfarbigem weichem Sandstein und von grobem, bald roth bald grau gefärbtem Conglomerate besteht. Vom Ammerthale nach Osten verliert diese Molasse ihre grosse Mächtigkeit, und nimmt mehre kohlenführende Schichten auf, wie bei Miesbach: nach Westen dagegen schwillt sie fortwährend an, wie bereits oben bemerkt wurde, und lässt sich, bei ähnlicher petrographischer Beschaffenheit, weit in die Schweiz hinein verfolgen. Da sie, ausser Spuren von Landschnecken und vereinzelten limnischen Conchylien, keine anderen organischen Ueberreste enthält, so ist sie wohl als eine Süsswasserbildung zu betrachten.

5. Obere Cyrenen- und Pechkohlenschichten. Sie beginnen wenigstens am Peissenberge mit grauen und gelblichen Sandsteinen, die reich an Pflanzenresten sind: darauf folgen die eigentlichen Mergel, Schieferthone

und Stinkkalke mit denen sie begleitenden Kohlenflötzen, welche in dieser Etage ihre hauptsächliche Entwickelung gefunden haben, weshalb denn der wichtige Kohlenbergbau von Miesbach, Pensberg und am Peissenberge in ihr betrieben wird. Durch ihre organischen Ueberreste wird auch diese Etage noch in das Gebiet der Oligocänformation gewiesen.

Von thierischen Ueberresten, welche auch in anderen Gegenden bekannt sind, führt Gümbel die folgenden Species auf*):

Conchiferen.

*Anomia burdigalensis May.*
*Ostrea cyathula Lam.*
*Pecten burdigalensis Lam.*
. . . . *opercularis Lam.*
*Dreissenia Basteroti Bronn*
. . . . . . *Brardi Bronn*
*Mytilus aquitanicus May.*
*Arca cardiiformis Bast.*
. . . *aquitanica May.*
*Unio flabellatus Goldf.*
*Cyrena subarata Bronn*
*Lucina Heberti Orb.*
. . . . *scopulorum Brong.*
*Donax venustus Poli*
*Cytherea incrassata Desh.*
. . . . . *Brocchii Desh.*
. . . . . *splendida Mer.*
. . . . . *sulcataria Nyst*
. . . . . *Deshayesiana Bast.*
. . . . . *undata Bast.*
*Tellina Nystii Desh.*
*Psammobia aquitanica May.*
*Lutraria sanna Bast.*
*Thracia pubescens Montg.*
*Corbula gibba Defr.*
. . . . . *carinata Phil.*
*Pholadomya alpina Math.*
*Panopaea Menardi Desh.*

Gastropoden.

*Dentalium entalis Gm.*
*Calyptraea chinensis Desh.*
*Neritina picta Fér.*
. . . . . *fulminifera Sandb.*
*Melania Escheri Brong.*
*Turritella turris Bast.*
. . . . . *cathedralis Brong.*
*Pyrula Laenei Bast.*
*Fasciolaria polygonata Grat.*
*Cerithium plicatum Lam.*
. . . . . . *Galeottii Nyst.*
. . . . . . *margaritaceum Brong.*
. . . . . . *resectum Desh.*
. . . . . . *Lamarcki Brong.*
. . . . . . *Rathii Braun*
. . . . . . *subcorrugatum Orb.*
*Buccinum Caronis Brong.*
. . . . . . *Desnoyersi Duj.*

Die im Peissenberge vorkommenden Pflanzenreste sind nach den Bestimmungen von Heer:

*Alnus Kefersteini Göpp.*
*Apeibopsis Deloesi Heer*
*Betula Brongniarti Ett.*
*Cassia Berenices Ung.*
*Cinnamomum Scheuchzeri Heer*
*Cyperus Chavannesi Heer*
*Dryandroides hakeaefolia Ung.*
. . . . . . . *laevigata Heer*
*Glyptostrobus europaeus Brong.*
*Juglans acuminata Braun*
*Nelumbium semipeltatum Rossm.*
*Planera Ungeri Ett.*
*Porana Ungeri Heer*
*Pteris xyphoidea Web.*
*Quercus valdensis Heer*
. . . . . *Göpperti Web.*
*Rhamnus rectinervis Heer*
*Sapindus falcifolius Braun.*

Sowohl die Thiere wie die Pflanzen charakterisiren diese oberen Cyrenenschichten als eine der oberen Abtheilung der Oligocänformation (oder der aquitanischen Stufe) angehörige Bildung. Da nun die unteren Cyrenenschichten

*) A. a. O. S. 690 f.; ausserdem werden noch S. 750 ff. viele, den bayerischen Schichten eigenthümliche Species genannt.

keine wesentlichen paläontologischen Verschiedenheiten erkennen lassen, so sind wir wohl mit Gümbel zu der Folgerung berechtigt, dass beide, sammt der zwischenliegenden bunten Molasse als oberoligocäne Ablagerungen zu betrachten sind.

### §. 456. *Miocänformation im südlichen Bayern.*

Der nördliche und bei weitem grössere Theil der südbayerischen Hochebene wird unter den Diluvialmassen von jüngeren Tertiärschichten gebildet, welche sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften ebenso wie durch ihre Lagerung von den bisher betrachteten Bildungen unterscheiden, und von Gümbel unter dem Namen der jüngeren oder miocänen Molasse zusammengefasst werden.

Eine von Kempten über Peissenberg, Rimselrain im Isarthale, Ableithen im Leitzachthale und Prien nach Traunstein gezogene Linie bildet ungefähr die Gränze zwischen diesen neueren und jenen älteren Tertiärbildungen. Längs dieser Gränze befinden sich auch die neueren Schichten in einer steil aufgerichteten und sogar überkippten Lage, welche jedoch bald durch immer geringere Neigung in eine schwebende, und zuletzt gegen die Donau hin in eine horizontale Lage übergeht. In diesen nördlichen Gegenden ist ihnen aber ihre ursprüngliche horizontale Lage nicht sowohl wegen ihres jüngeren Alters, als wegen ihrer grösseren Entfernung von den Alpen, dem eigentlichen Ausgangsgebiete aller Schichtenstörungen und Dislocationen, erhalten geblieben. Denn die letzten gewaltsamen Effecte der Alpenerhebung haben offenbar erst nach der Bildung dieser Schichten Statt gefunden, ohne sich jedoch weit über ihre südliche Gränze geltend zu machen.

Als die wichtigeren Gesteine dieser jüngeren Molasse sind Conglomerate, verschiedene Sandsteine, Mergel, Thone und Kohlen hervorzuheben.

Conglomerate. Sie sind den gleichnamigen Gesteinen der älteren Molasse sehr ähnlich; ihre Gerölle bestehen ganz vorwaltend aus Kalkstein, nur selten aus Urfelsarten; ihr Cäment ist grossentheils mehr kalkiger als sandiger Natur, und seine gelbliche Farbe bedingt eine ähnliche Färbung des ganzen Gesteins. Gewöhnlich sind die Gerölle weniger fest verbunden, oder auch durch kleine unausgefüllte Zwischenräume getrennt; doch kommen auch fester verkittete Lagen und Streifen vor, welche an den verwitterten Felswänden wie Rippen oder Simse herausragen. Eindrücke von Geröllen finden sich häufiger, als in den älteren Conglomeraten.

Sandsteine. Sie erscheinen in mehren Varietäten, als deren wichtigere die folgenden erwähnt werden mögen.

*a.* Muschelsandstein, ausgezeichnet durch zahlreiche Ueberreste von Conchylien; ein mehr oder weniger grobkörniger, durch häufig beigemengte Gerölle oft conglomeratähnlicher, im frischen Bruche dunkelgrauer Sandstein mit kalkigem Bindemittel; wo dieses letztere nur sparsam vorhanden ist, da finden sich oft viele Glaukonitkörner ein, und das Gestein ist locker gebunden; die

kalkreichen Varietäten aber gehen in dünnschichtige Sandsteine über, welche vielfach gebrochen werden.

*b.* Grauer Blättersandstein, welcher meist mit zahlreichen Blätterabdrücken erfüllt ist.

*c.* Molassesandstein; ein gelblichgrauer, bald mergeliger, feinkörniger und ziemlich fester, bald thoniger und glimmerreicher, weicherer Sandstein.

*d.* Meeresmolasse; sie erscheint gewöhnlich als ein locker gebundener mergeliger Sand, und ist reich an wohl erhaltenen, weiss gebleichten und sehr zersetzten Conchylien.

*e.* Knollensand; loser, gelblichgrauer Sand mit grossen, vielgestaltigen kalkigen Concretionen.

Mergel; meist grünlichgrau, selten röthlich, oft gelb geadert, weich, bröckelig, nur selten deutlich geschichtet; er begleitet die Braunkohlenflötze und bildet auch Zwischenlagen in den Conglomeraten und Sandsteinen.

Flinz; ein sandig-glimmeriger Mergel, welcher mit Sand und Thon wechselnd die oberen Schichten der limnischen Etagen hauptsächlich bildet.

Thon; theils ein plastischer aber mergeliger Thon, welcher seines Kalkgehaltes wegen nur mit Vorsicht zu Ziegeln verwendbar ist; theils ein kohliger Letten, welcher die Pechkohlenflötze begleitet, oder die Zwischenlagen der einzelnen Kohlenbänke bildet; theils auch ein mergeliger Schieferthon mit Pflanzenabdrücken.

Kohlen. Die in der jüngeren Molasse auftretenden Kohlen ähneln zum Theil der Pechkohle der älteren Molasse, wie bei Irrsee unweit Kaufbeuern; grösstentheils jedoch erscheinen sie als gewöhnliche Braunkohle von bald holziger, bald dichter oder erdiger Beschaffenheit.

Die Gliederung der jüngeren Molasse lässt sich nach den petrographischen und paläontologischen Verschiedenheiten ihrer Schichten in der Weise feststellen, dass von unten nach oben erst eine limnische, dann eine mächtige marine, und endlich eine zweite limnische Etage auf einander folgen, über welchen zuletzt der knochenführende Sand abgelagert ist.

1. Gelbgraue Blättermolasse; sie besteht wesentlich aus Sandstein und aus mergelig-sandigen oder thonigen Schichten, und stimmt in ihren Blätter-Einschlüssen wie in ihrer Lagerung so vollständig mit der grauen Süsswassermolasse der Schweiz überein, dass sie als die östliche Fortsetzung derselben betrachtet werden kann. Bei Kempten hat sie auch noch ziemlich gleiche Mächtigkeit mit der schweizer Ablagerung; allein nach Osten hin verschmälert sie sich, bis sie endlich zur Auskeilung gelangt.

Es sind besonders folgende Species, von denen die Blätter abstammen:

| | |
|---|---|
| *Cassia phaseolites Ung.* | *Rhamnus Eridani Ung.* |
| *Cinnamomum Scheuchzeri Heer* | . . . . . *Decheni Web.* |
| . . . . . . . *Rossmaessleri Heer* | *Myrica salicina Ung.* |
| . . . . . . . *Buchii Heer* | *Ulmus minuta Göpp.* |
| . . . . . . . *polymorphum Braun* | *Sapindus falcifolia Braun* |
| *Ficus ducalis Heer* | *Myrtus Dianae Heer.* |

Der Landschneckenkalk von Ulm sowie die am Bodensee auftretende und von Schill beschriebene untere Süsswassermolasse dürften dieselbe bathrologische Stellung behaupten, wie diese Blättermolasse.

2. Obere Meeresmolasse. Sie wird hauptsächlich von dem vorerwähnten Muschelsandsteine gebildet, welcher vom Bodensee bis zum Peissenberge mit dem gleichnamigen Gesteine der Schweiz noch vollkommen identisch ist. Weiter nach Osten verliert sich jedoch diese Aehnlichkeit und das Gestein nimmt allmälig die Beschaffenheit der marinen Molasse Oberösterreichs an. Fassen wir die ganze, aus dem eigentlichen Muschelsandsteine und aus der lockeren Meeresmolasse bestehende Bildung zusammen, so erweist sie sich in der That als das Aequivalent der beiden Faluns von Léognan und Salles im Bassin der Gironde*).

Unter denen von Gümbel selbst gesammelten 103 Species befinden sich z. B. folgende auch bei Bordeaux vorkommende und oben S. 65 und 66 aufgeführte Formen;

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Ostrea crassissima Lam.* | *Nucula laevigata Sow.* |
| *Pecten Beudanti Bast.* | *Cardium echinatum Lin.* |
| .... *burdigalensis Lam.* | ..... *multicostatum Brocc.* |
| .... *opercularis Lam.* | ..... *saucatsense May.* |
| *Arca turonica Duj.* | *Mactra triangula Brocc.* |
| *Pectunculus pilosus Lam.* | *Panopaea Menardi Desh.* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Calyptraea deformis Lam.* | *Murex lingua bovis Bast.* |
| *Trochus Audebardi Bast.* | *Ranella marginata Sow.* |
| ..... *patulus Brocc.* | *Terebra pertusa Bast.* |
| *Turritella cathedralis Brong.* | *Ancillaria glandiformis Lam.* |
| ..... *terebralis Lam.* | *Oliva flammulata Lam.* |
| ..... *turris Bast.* | *Bulla lignaria Lam.* |

Ueberhaupt aber finden sich unter jenen 103 Species 92, welche auch anderwärts in der miocänen Formation bekannt sind, und zwar 83 untermiocäne Species, wodurch denn die Deutung dieser Molasse als einer miocänen Bildung vollkommen gerechtfertigt wird. Auch Fischzähne sind häufig, besonders von *Lamna cuspidata* und *L. contortidens;* von Crustaceen findet sich bisweilen *Balanus sulcata.*

Anm. 1. In der Schweiz werden der Muschelsandstein und die darüber liegende Meeresmolasse unterschieden; auch lässt sich diese Unterscheidung noch allenfalls bis zum Peissenberge hin geltend machen. Allein beide erscheinen durch Uebergänge mit einander sehr innig verknüpft, und weiterhin zu einem petrographisch wie paläontologisch ganz gleichartigen Schichtensysteme verschmolzen, so dass eine Trennung derselben für ihren ganzen Verlauf durch Bayern gar nicht durchzuführen ist.

Anm. 2. Bei Ortenburg, westlich von Passau, treten die Schichten der oberen Meeresmolasse am Nordrande der Hochebene zu Tage aus; die Fauna ist dort wesentlich dieselbe, und ausserdem reich an Foraminiferen und Ostracoden, welche von Egger im Neuen Jahrb. für Min. 1857, S. 266 ff. und 1858, S. 40 ff. beschrieben worden sind.

*) Vergl. oben S. 65. und 66.

3. Obere Süsswassermolasse. Ueber der Meeresmolasse folgen abermals Süsswasserbildungen, welche sich besonders durch zahlreiche Conglomeratschichten, durch Flinz, Mergel, Tegel und Schieferthon, aber auch durch das Auftreten von Braunkohlenflötzen auszeichnen, in deren Begleitung Süsswasser- und Landconchylien vorkommen, von welchen letzteren *Clausilia antiqua*, *Helix moguntina*, *H. subvillosa* und *H. punctigera* als die häufigeren zu erwähnen sind.

Die Pechkohlenflötze von Irrsee bei Kaufbeuern haben noch ausserdem

| | |
|---|---|
| *Unio Lavateri Mün.* | *Cyclostoma scabrum Schüb.* |
| *Cyclas cornea Lam.* | *Planorbis declivis Braun* |
| *Paludina vulgaris Pfeif.* | . . . . . *laevis Klein* |
| . . . . . *thermalis Phil.* | . . . . . *solidus Thomae* |

sowie *Cupressites Brongniarti* geliefert.

4. Knochenführender Sand. Diese durch Knochen von Mastodon, Rhinoceros und anderen Säugethieren ausgezeichnete Sand- und Geröll-Ablagerung, welche bei Ulm, Ingolstadt, Dachau und Regensburg die Süsswassermolasse bedeckt, macht den Schluss der tertiären Bildungen in der oberen Hochebene der Donau.

§. 457. *Molasseformation der Schweiz.*

Indem wir für die eocänen Bildungen der Schweiz auf die, S. 12 bis 18 und S. 27 gegebene Darstellung der Nummulitenformation verweisen, glauben wir noch den oligocänen und miocänen Bildungen derselben einen besonderen Paragraphen widmen zu müssen, weil solche mit den so eben betrachteten Bildungen der bayerischen Hochebene in unmittelbarem Zusammenhange stehen*).

Diese neogenen Tertiärformationen bilden jene mächtigen, über einen Raum von 152 Quadratmeilen verbreiteten Schichtensysteme, welche das Berg- und Hügelland zwischen den Alpen und dem Jura zusammensetzen, im Jorat 2850, im Rigi 5540, in der Pyramide des Speer 6020 Par. Fuss aufragen, und unter dem Namen der Molasseformation aufgeführt werden. Sie bestehen wesentlich aus mancherlei Sandsteinen oder der sogenannten Molasse, aus Conglomeraten oder der sogenannten Nagelfluh, und aus Kalkstein; Pechkohle und Gyps sind die wichtigsten untergeordneten Materialien.

1. Die Sandsteine oder Molassen treten in mancherlei Varietäten auf, welche theils räumlich gesondert, theils aber auch in denselben Gegenden abgelagert, und durch Gesteins-Uebergänge, oft auch durch Wechsellagerung mit einander verbunden sind.

---

*) Wir entlehnen die folgende Schilderung aus Studer's reichhaltigem Werke, Geologie der Schweiz, II, S. 345 ff., und aus Oswald Heer's Urwelt der Schweiz, 1865, S. 270 ff. Dass die kohlenführende Molasse am Fusse der bayerischen Alpen zu derselben Formation gehört, diess bewies Schafhäutl im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 681 ff., und 1848, S. 641 ff.

Studer unterscheidet besonders folgende Varietäten.

*a.* Gemeine Molasse. Ein polygener Sandstein, welcher aus Körnern von Quarz, Kieselschiefer, Feldspath u. a. Mineralien und aus einem feinsandigen Mergelcäment besteht, welchem auch weisse Glimmerschuppen und grünlichschwarze Punkte (von Glaukonit?) beigemengt sind. Im frischen Zustande ist er meist blaulichgrau, und oft täuschend ähnlich einer körnigen Grauwacke, von welcher er sich jedoch durch seine leichte Zersprengbarkeit und dadurch unterscheidet, dass er mit Säuren stark aufbraust und bald zerfällt. Diese gemeine Molasse umschliesst zuweilen Knollen von Eisenkies oder Fragmente von Pechkohle, ist meist regelmässig in 3 bis 4 Fuss mächtige Bänke geschichtet, und findet sich ausgezeichnet in der Gegend von Lausanne, Freiburg, Bern und Luzern. An manchen Orten liefert sie einen trefflichen Baustein.

*b.* Dichte Molasse. Sie erscheint besonders in der Nähe der Alpen, ist fester, zerfällt in Säuren nur schwierig, und zeigt plattenförmige Schichtung, wie bei Luzern. Die meisten Varietäten sind ganz dicht, von grossmuscheligem Bruche, dunkel blaulichgrau oder bräunlichgrau bis lauchgrün, dünnschichtig, oft rhomboëdrisch zerklüftet, und auf den Klüften mit Kalkspath erfüllt. Auf den Schichtungsfugen und Spaltungsflächen bemerkt man oft braunen oder schwarzen Pflanzenstaub, wohl auch deutliche Pflanzenstängel. Diese Molasse wechselt oft mit Nagelfluh oder auch mit kirschrothen sandigen Mergeln.

*c.* Mergelige Molasse. Im Gebiete der gemeinen Molasse und mit ihr abwechselnd erscheinen, besonders nach dem Jura hin, oft bunte, zumal rothe und blaue, gelb gefleckte Mergel, welche an vielen Punkten schmale Lager von Pechkohle, in der Gegend von Genf auch Lager und Stöcke von Gyps umschliessen.

*d.* Knauer-Molasse. Sie findet sich besonders in den inneren Thälern des Jura, in Begleitung der mergeligen Molasse, und besteht aus lockerem Sande, welcher feste, seltsam gestaltete, knollige und wurzelähnliche Knauer oder Concretionen umschliesst, die oft lagenweise geordnet sind, und theils aus grobkörnigem Sandstein, theils aus dichtem grauem Kieselkalk, theils aus festem Mergelsandstein bestehen.

*e.* Muschelsandstein. Feste Sandsteine und Conglomerate, welche zahlreiche, oft zerbrochene Schalen mariner Conchylien, auch einzelne Lamnazähne und Knochenfragmente einschliessen. Die gewöhnlichen Varietäten sind hellbraun bis bräunlichweiss, bei vielem Thongehalte auch graulichblau, oder graulichgrün, indem sie oft von grünlichen Membranen oder von erbsengrossen Körnern eines grünen dichten Minerals erfüllt sind; sie liefern sehr gute Quader- und Trogsteine. Die Muscheltrümmer verdrängen oft streifenweise den Sandstein; auch kommen mit Kalkspath erfüllte Hohlräume von Gastropoden vor. Bisweilen erscheint das Gestein als ein Conglomerat aus nussgrossen Geröllen von Granit, Porphyr, Quarz und Kieselschiefer, mit einem von Muschelschutt und Sand gebildeten Cämente.

2. Nagelfluh. So nennt man in der Schweiz die groben Conglomerate der Molasseformation, deren Gerölle durch ein, meist sehr sparsames polygenes Sandsteincäment, bisweilen auch durch sandigen Mergel verkittet sind. Die Gerölle sind vollkommen abgerundet, gewöhnlich ei- bis faustgross, und zeigen nicht selten die merkwürdige Erscheinung, dass die härteren in den weicheren Eindrücke gebildet haben (I, 443); auch kommen zerborstene und zerquetschte Gerölle, sowie andere vor, die mit Rutschflächen versehen sind.

Studer unterscheidet besonders zwei Varietäten der Nagelfluh.

*a.* Bunte oder polygene Nagelfluh. Bunte Nagelfluh nennt Studer diejenigen Varietäten, deren Gerölle von mancherlei sehr verschiedenen Silicat-

gesteinen, von Quarzit, Glimmerschiefer, Gneiss, Granit, Horndblendschiefer, Porphyr, Serpentin, Gabbro u. s. w. geliefert worden sind. Mit Ausnahme der selten vorkommenden alpinischen Kalksteine, Gneisse und Glimmerschiefer sind alle diese Steinarten den Alpen fremd. Da nun ihre Gerölle nicht füglich aus dem Schwarzwalde hergeleitet werden können, so muss man wohl mit Studer annehmen, dass die betreffenden Gesteine früher am Nordrande der Alpen (so wie noch gegenwärtig am Südrande) anstehend vorhanden waren, das Material zu diesen Conglomeraten lieferten, und später durch eine, bei der Ueberschiebung der Kalkgebirge erfolgte Senkung von der Oberfläche verschwanden.

Diese polygene Nagelfluh zieht sich besonders am Nordrande der Alpen hin, wo sie zu bedeutenden Bergen aufsteigt, während sie am Jura nur wenig verbreitet und auch nicht als festes Conglomerat, sondern als loses Gestein, als blose Geröllmasse ausgebildet ist. Der 4950 Fuss hohe Napf, an der Gränze der Kantone Bern und Luzern, bildet einen Centralpunct ihres Vorkommens; auch am Rigi und Rossberge, am hohen Rohnen und im Kanton Appenzell ist sie bedeutend entwickelt.

*b.* Kalknagelfluh. Sie besteht vorwaltend aus Kalkstein- und Sandsteingeröllen, welche theils dunkelfarbig sind und dann aus den Alpen stammen, wie im Entlebuch, am Rigi und Rossberge, bei Stein in Toggenburg, theils den hellfarbigen Kalksteinen des Jura angehören, wie im Jura von Bern, Solothurn, Basel, Aargau und Zürich; Studer unterscheidet diese beiden Varietäten nach ihrer Position als subalpine und jurassische Kalknagelfluh.

3. Kalkstein. Derselbe erscheint im Vergleich zu der Molasse und Nagelfluh nur als ein sehr untergeordnetes Glied der ganzen Formation, und ist wesentlich als mariner und als limnischer Kalkstein zu unterscheiden.

*a.* Mariner Kalkstein. Braun bis weiss, dicht oder porös, fest, von unebenem Bruche, mit einzelnen Körnchen von Quarz und Kalkspath; die Conchylien sind meist nur als Steinkerne und Abdrücke vorhanden, doch die Hohlräume der Schalen oft mit Kalkspath erfüllt. Dieser Kalkstein ist auf die nördlichen Thäler des Jura von Bern, Solothurn und Basel beschränkt.

*b.* Limnischer Kalkstein. Dahin gehören die grauen oder braunen, bituminösen, zähen und schwer spaltbaren, aber an der Luft zerfallenden Kalksteine von Boudry, Oulens und Genf; dann die graulichweissen, mergeligen, weichen, nach unten mit dunkelgrauen Hornstein- und Menilitknollen versehenen Kalksteine von Locle, welche Leopold v. Buch zuerst beschrieb; auch mancherlei andere Kalksteine von Lachauxdefonds, Laufen, Delémont, Lörrach u. s. w. und endlich der wegen seiner vielen organischen Ueberreste berühmte Kalkstein von Oeningen.

Die Molasseformation zeigt in ihren beiden Hauptgliedern gewöhnlich die Lagerungsfolge, dass die eigentliche Molasse in den unteren, die Nagelfluh in den oberen Etagen vorwaltet, obgleich auch eine Wechsellagerung beider Gesteine und im Allgemeinen eine Auskeilung der Nagelfluh von Süden nach Norden hin Statt findet; wie denn überhaupt die ganze Formation vom Jura gegen die Alpen hin eine fortwährende und sehr bedeutende Zunahme ihrer Mächtigkeit erkennen lässt, so dass sie z. B. im Thale von Delsberg nur 200 bis 250, am Rigi aber mindestens 4000 Fuss mächtig ist.

»Das Anwachsen dieser Trümmerbildungen zu einer so ungewöhnlichen Mächtigkeit setzt einen eben so tiefen, längs dem Rande der Alpen hinlaufenden und vom Wasser bedeckten Abgrund voraus, der von Sand und Geröllen allmählig ausgefüllt worden sein muss. Der Ursprung dieser Gerölle kann nur in einer Brandung gesucht werden; die Anhäufung so grober Kiesel längs dem Gebirge, und das

Auskeilen der Nagelfluh in der Molasse bei zunehmender Entfernung von demselben, verräth eine Küstenbildung. Jener tiefe Abgrund kann auf einmal, bei einer früheren Hebung der Alpen entstanden sein; es kann aber auch, während der Ablagerung der Nagelfluh, ihre Grundlage, zunächst an den Alpen, eine anhaltende langsame Senkung erlitten haben, und diese letztere Annahme ist wohl die wahrscheinlichere. Jedenfalls müssen, zur Zeit dieser Ablagerung, die Alpen über das Meer erhöht gewesen sein, weil die Molasse nicht in ihr Inneres eingedrungen ist.« Studer, a. a. O. S. 373.

Was nun die Lagerung dieser interessanten Formation betrifft, so lässt sie in ihrer subalpinen Zone, also dort, wo sie in grösster Mächtigkeit und mit vorwaltenden Conglomeraten dem nördlichen Rande der Alpen unmittelbar vorliegt, eine der wunderbarsten Erscheinungen wahrnehmen, in welcher sich uns die Wirkung jener gewaltigen Kräfte offenbart, die bei der letzten Erhebung der Alpen in Thätigkeit gewesen sind. Während nämlich die Molasseformation in grösserer Entfernung von den Alpen ziemlich horizontal gelagert ist, so zeigt sie in dem Abstande von einer bis anderthalb Meile auffallend gestörte Lagerungsformen, welche meist auf eine Sattelbildung oder eine antikline Zone zurückzuführen sind, bis sie endlich am Fusse der Kalkalpen unter die Massen der letzteren einschiesst. Hieraus folgt denn, dass durch die, bei der letzten Erhebung der Alpen von ihrer Axe ausgehende Lateralpressung nicht nur eine Faltung, Stauchung und Ueberkippung der Molasseformation, sondern auch zugleich eine Ueberschiebung der Kalkalpen verursacht worden sein muss.

Diese höchst merkwürdige Erscheinung, welche wir bereits in Bayern kennen gelernt haben (S. 103), ist durch die ganze Schweiz, von Savoien bis nach Appenzell, unter mancherlei verschiedenen Formen, aber im Allgemeinen doch immer in der angedeuteten Weise zu beobachten. Aber auch am Jura kommen ähnliche, wenn auch in kleinerem Maassstabe ausgebildete Verhältnisse vor, welche beweisen, dass die letzte Hebung auch dieser Gebirgskette erst nach der Bildung der Molasse eingetreten sein kann. Wir verweisen den Leser auf die interessante Zusammenstellung der hierher gehörigen Thatsachen, welche Studer a. a. O. S. 374 — 393 mitgetheilt hat. Besonders interessant ist die grosse antikline Zone, welche die ganze Molasseformation von Bayern aus durch die Schweiz bis an den Mont Salève, auf eine Länge von 50 geographischen Meilen durchsetzt. *Favre, Bull. de la soc. géol.* [2] *vol.* 19, 1862, *p.* 928 *f.*

Durch ihre organischen Ueberreste wird die Molasseformation der Schweiz als ein Schichtensystem charakterisirt, welches theils in einem Süsswassersee, theils im Meerwasser oder Brackwasser gebildet worden ist, weshalb denn zuvörderst limnische und marine Etagen zu unterscheiden sind. Eine genauere Vergleichung ihrer Fauna und Flora mit denen anderer Territorien lehrt aber, dass sie in der Hauptsache mit der Molasseformation Bayerns übereinstimmt und, gleichwie diese, theils der oligocänen, theils der miocänen Periode angehört. Die folgende Darstellung der Lagerungsfolge und der paläontologischen Charaktere ihrer Glieder entlehnen wir den neuesten Schilderungen, welche Oswald Heer in seinem herrlichen Werke, die Urwelt der Schweiz (1865) mitgetheilt hat.

Indem Heer die von Karl Mayer aufgestellte Eintheilung der Tertiärformationen (vergl. oben S. 10 f.) zu Grunde legt, unterscheidet er in der Molasse der Schweiz fünf verschiedene Stufen, von denen die beiden ersteren der oligocänen, die drei folgenden der miocänen Periode angehören.

I. Oligocäne Molasse der Schweiz.

Sie zerfällt in zwei Stufen, nämlich in die tongrische und aquitanische Stufe, welche der mittleren und oberen Oligocänformation entsprechen, während der Flysch gegenwärtig als das Aequivalent der unteren Oligocänformation, oder der mittleren, gypsführenden Süsswasserbildung des Pariser Bassins betrachtet wird.

1. Tongrische Stufe. Diess ist die tiefste Etage, welche durch ihre organischen Ueberreste als eine durchaus marine Bildung charakterisirt wird, und den von Gümbel in Bayern aufgeführten ältesten Meeresschichten (S. 106) vollkommen entspricht. Sie findet sich nur im Kanton Basel und von dort über Delsberg bis Pruntrut im Kanton Bern, und wurde in einem Meeresarme gebildet, welcher durch den elsasser Golf mit dem nordfranzösischen, belgischen und nordteutschen Meere zusammenhing. Daher lässt sich erwarten, dass viele ihrer organischen Ueberreste mit denen der gleichzeitigen dortigen Bildungen übereinstimmen werden; was denn auch wirklich der Fall ist. Denn nach Karl Mayer's Bestimmungen und Vergleichungen sind von 62 Mollusken-Species dieser Etage auch anderwärts 47 in der unteren, und 31 in der oberen Oligocänformation, aber nur 8 in den höchsten eocänen Schichten gefunden worden.

Als die wichtigsten dieser Species nennt Heer:

von Brachiopoden;

*Terebratula opercularis Sow.*
*Terebratulina polydichotoma May.*

von Conchiferen;

*Ostrea callifera Lam.*
. . . . *cyathula Lam.*
. . . . *longirostris Lam.*
*Lucina Heberti Desh.*
. . . . *squamosa Lam.*
. . . . *undulata Lam.*
. . . . *tenuistriata Héb.*
*Cyrena semistriata Desh.*
*Pectunculus obovatus Lam.*
. . . . . . . *angusticostatus Lam.*
*Cardium Raulini Desh.*
. . . . . *tenuesulcatum Nyst*
*Cytherea laevigata Lam.*
. . . . . *incrassata Sow.*
. . . . . *splendida Mer.*

dazu gesellen sich Species von *Tellina*, *Pholadomya*, *Lithodomus* u. a.

von Gastropoden;

*Cerithium plicatum Lam.*
. . . . . . *lima Brug.*
. . . . . . *Lamarcki Desh.*
. . . . . . *Boblayei Desh.*
. . . . . . *dentatum Defr.*
*Melania semidecussata Lam.*
*Pleurotoma belgica Goldf.*
. . . . . . . *Parkinsoni Desh.*
*Natica crassatina Lam.*
. . . . *Nystii Orb.*
. . . . *hantoniensis Sow.*

dazu noch Arten von *Patella*, *Trochus*, *Murex*; auch finden sich häufig Zähne von *Carcharodon megalodon* (bis zu 6 Zoll lang) und von *Lamna cuspidata*, sowie nicht selten Knochen und Zähne von *Halitherium Schinzii*.

2. Aquitanische Stufe, oder untere Braunkohlenbildung. Obwohl meist von der jüngeren Molasse bedeckt bildet diese Etage ohne Zweifel

eine stetige Ablagerung über den ganzen Grund des schweizer Molassenlandes. Sie ist in der Hauptsache als eine Süsswasserbildung charakterisirt, welche in Bayern durch die oben S. 107 unter Nr. 2 bis 5 aufgeführten Schichtensysteme vertreten wird. Gleichwie aber dort in diesen Schichtensystemen auch brackische und selbst marine Schichten zur Entwickelung gelangten, so breitete sich längs der schweizer Alpen ebenfalls während derselben Periode eine Brackwasser-Lagune aus, auf deren Grunde Schichten gebildet wurden, in welchen sich bei Ralligen

| | |
|---|---|
| *Cyrena convexa Br.* | *Cardium Heerii May.* |
| . . . . . *thunensis May.* | . . . . . *arcula May.* |
| *Dreissenia Basteroti Desh.* | *Lutraria sanna Bast.* |

eine *Nucula* und zwei Arten von *Melanopsis* vorfinden.

In der westlichen Schweiz, wo diese Etage am stärksten entwickelt ist, besteht sie zu unterst aus rothen und bunten Mergeln, der sogenannten rothen Molasse, welche stellenweise bis 1000 Fuss mächtig wird, dann aus Sandsteinen und Mergeln mit Braunkohlen (Pechkohle), wie z. B. am Genfer See, wo bei Lutry im Thale der Paudèze und bei Monod unweit Cully viele Pflanzenreste vorkommen. Aus der östlichen Schweiz gehören hierher die Braunkohlen des hohen Rohnen und der Rufi bei Schännis; auch die Conglomerate oder Nagelfluhen nehmen in diesen östlichen Gegenden einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung dieser Stufe.

Während von thierischen Ueberresten ausser einigen Land- und Süsswasser-Conchylien nur noch Knochen von Säugethieren (meist Pachydermen, Wiederkäuern und Nagethieren) vorkommen, so lieferte diese Etage bereits 336 Species von Pflanzen, darunter 186 ihr eigenthümliche Species, von denen Heer als vorzüglich verbreitete Leitpflanzen die folgenden 10 hervorhebt*):

| | |
|---|---|
| *Aspidium dalmaticum Braun* | *Dryandroides hakeaefolia Ung.* |
| *Pteris pennaeformis Heer* | . . . . . . . *laevigata Heer* |
| *Podocarpus eocaenica Ung.* | *Zizyphus Ungeri Heer* |
| *Quercus furcinervis Rossm.* | *Juglans Ungeri Heer* |
| *Dryandra Schrankii Sternb.* | *Palaeolobium Sotzkianum Ung.* |

Von anderen Pflanzen, welche diese Etage mit der nächst folgenden gemeinschaftlich besitzt, daher sie für beide als Leitpflanzen gelten können, sind besonders wichtig:

| | |
|---|---|
| *Sequoia Langsdorfii Braun* | *Cinnamomum spectabile Heer* |
| *Woodwardia Rössneriana Ung.* | *Banksia longifolia Ung.* |
| *Sabal major Ung.* | *Dryandroides banksiaefolia Ung.* |
| *Cyperus Chavannesi Heer* | *Grewia crenata Ung.* |
| . . . . . *reticulatus Heer* | *Rhamnus Gaudini Heer* |
| *Carpinus grandis Ung.* | *Rhus Meriani Heer* |
| *Laurus primigenia Ung.* | . . . *Brunneri Heer.* |

II. Miocäne Molasse der Schweiz.

Diese Abtheilung beginnt als Mainzer Stufe mit der sogenannten grauen Molasse, einer Süsswasserbildung, mit welcher jedoch ein marines Glied ver-

*) In seiner *Flora tertiaria Helvetiae, III,* 287.

bunden ist; dann folgt die helvetische Stufe, eine entschiedene Meeresbildung, und endlich die Oeninger (oder Tortonaische) Stufe, als eine durchaus limnische Bildung.

1. Mainzer Stufe. Sie wird wesentlich durch die graue Molasse, eine mehre hundert Fuss mächtige Süsswasser-Etage repräsentirt, welche sich über die ganze westliche Schweiz verbreitet, aber auch längs der alpinen Zone bis nach St. Gallen und Appenzell vorfindet, und der von Gümbel aufgeführten gelbgrauen Blättermolasse Bayerns (S. 110) entspricht. An der nördlichen Gränze der Schweiz tritt ein hierher gehöriger Streifen von mariner Molasse auf, welcher sich vom Kanton Basel durch das Frickthal und den Klettgau bis an den Randen bei Schaffhausen verfolgen lässt, von wo aus er sich weiter über Donaueschingen bis Nördlingen zieht.

Nach Karl Mayer stimmt die Fauna dieser marinen Zone vollkommen überein mit jener der Touraine; Heer nennt beispielsweise:

| | |
|---|---|
| *Venus clathrata Duj.* | *Cerithium lignitarum Eichw.* |
| *Arca Okeni May.* | . . . . . . *papaveraceum Bast.* |
| *Nerita Plutonis Bast.* | . . . . . . *mediterraneum Desh.* |
| *Columbella curta Bell.* | *Murex turonensis Duj.* |
| . . . . . . *miocaenica May.* | . . . . *plicatus Brocc.* |
| *Turritella turris Bast.* | . . . . *erinaceus Lin.* |

Die graue Molasse führt zwar keine Kohlenflötze, umschliesst aber oft Pflanzenreste, darunter 58 ihr eigenthümliche Arten, von denen Heer *Terminalia Radobojensis Ung.*, *Apeibopsis Laharpii Heer* und *A. Gaudini Heer* als Leitpflanzen hervorhebt; einige andere, mit der vorhergehenden Stufe gemeinschaftliche Leitpflanzen sind bei dieser genannt worden; mit den folgenden Stufen theilt die graue Molasse

| | |
|---|---|
| *Populus balsamoides Göpp.* | *Ficus tiliaefolia Braun* |
| *Myrica salicina Ung.* | *Robinia Regeli Heer* |

als bezeichnende Pflanzen.

2. Helvetische Stufe. Eine entschiedene Meeresbildung zieht sich einerseits als Muschelsandstein von der Perte du Rhône längs den Ufern des Genfer Sees über Lausanne durch die Kantone Waadt, Freiburg, Bern u. s. w. bis an den Randen bei Schaffhausen; anderseits bildet sie als sogenannte subalpine Molasse einen Streifen mariner Sandsteine von der Saane über Luzern u. s. w. bis nach St. Gallen und Rorschach. Wahrscheinlich erfüllte das Meer zur Zeit ihrer Bildung das ganze Gebiet der Molasse von der alpinen Zone bis zum Jura, drang aber auch bei Delsberg und Lachauxdefonds in den Jura selbst ein.

Die Schichten der helvetischen Stufe treten uns also in zwei, etwas verschiedenen Formen entgegen, nämlich als Muschelsandstein und als subalpine Molasse, deren Verschiedenheit vielleicht darin begründet ist, dass der Muschelsandstein mehr eine unruhige Strandbildung, die subalpine Molasse dagegen eine ruhiger erfolgte Bildung war. Beide lassen sich jedoch nach ihren paläontologischen Verhältnissen vereinigen, und entsprechen in dieser ihrer Vereinigung vollkommen der oberen Meeresmolasse Bayerns (S. 111), wie solches von Gümbel ausgesprochen worden ist.

Diese Stufe ist sehr reich an Conchylien, durch deren genaue Untersuchung

rl Mayer auf folgende Resultate geführt worden ist. Der Muschelsandstein thält 218, die subalpine Molasse 360 Species; beiden gemeinschaftlich sind l Species. Der Muschelsandstein theilt also $^2/_3$ seiner Species mit der sub- inen Molasse, oder dieser fehlen nur 77 Species des Muschelsandsteins, a welchen jedoch 53 auch anderwärts in der helvetischen Stufe bekannt sind. ide gehören daher wohl derselben Bildungszeit an. Von den 218 Species s Muschelsandsteins sind 76, oder 35 Procent, noch gegenwärtig lebende; a den 360 Species der subalpinen Molasse leben aber noch 125 Species, was ermals 35 Procent ergiebt. Beide Faunen stehen also genau in demselben rhältnisse zu der jetzt lebenden Molluskenfauna, was ebenfalls für die Ver- igung beider Schichtensysteme spricht. Da sich ausser vielen mittelmeerischen rmen auch noch viele tropische Species vorfinden, so hat die Fauna dieser ufe einen mehr südlichen Charakter, als die jetzige Fauna des Mittelmeeres.

Die wichtigsten Species, welche Heer nach Karl Mayer aufführt, sind die folgenden.

Brachiopoden.

*Terebratula Buchii Mich.*
*Terebratula miocaenica Mich.*

Conchiferen.

*Ostrea edulis Lin.*
. . . . *virginica Lam.*
. . . . *crassissima Lam.*
*Pecten burdigalensis Lam.*
. . . . *Cypris Orb.*
. . . . *palmatus Lam.*
. . . . *pusio Lam.*
. . . . *scabrellus Lam.*
. . . . *solarium Lam.*
*Lima inflata Lam.*
. . . *squamosa Lam.*
*Pectunculus insubricus Risso*
. . . . . . . *pilosus Lam.*
*Arca lactea Lin.*
. . . *barbata Lin.*
*Cardita calyculata Lam.*
. . . . *antiquata Lin.*
*Cardium edule Lin.*
. . . . . *oblongum Chem.*
. . . . . *tuberculatum Lin.*
*Isocardia cor Lam.*
*Dosinia Adansoni Phil.*
. . . . . *lincta Pult.*
. . . . . *exoleta Gray*
*Venus plicata Gm.*
. . . . *multilamella Lam.*
. . . . *ovata Mont.*
. . . . *casina Lin.*
. . . . *verrucosa Lin.*
*Cytherea minima Mont.*
. . . . . *rudis Phil.*
*Psammobia Labordei Bast.*
. . . . . . . *uniradiata Brocc.*
*Tellina senegallensis Hanl.*
. . . . *lacunosa Chem.*
. . . . *crassa Gm.*
*Corbula revoluta Brocc.*
. . . . . *carinata Duj.*
. . . . . *gibba Olivi*
*Pholadomya helvetica May.*
. . . . . . . *arcuata Lam.*
*Lutraria sanna Bast.*
*Saxicava arctica Phil.*
*Panopaea Menardi Desh.*
*Pholas rugosa Brocc.*
. . . . *cylindrica Sow.*
*Teredo norvegica Speng.*
*Petricola lithophaga Retz.*

Gastropoden.

*Conus betulinoides Lam.*
. . . . *Aldrovandi Brocc.*
. . . . *figulinus Lam.*
. . . . *antediluvianus Brug.*
. . . . *ventricosus Bronn*
*Cypraea europaea Mont.*
*Cypraea pyrum Gm.*
. . . . . *sanguinolenta Gm.*
*Erato laevis Don.*
*Voluta bernensis May.*
*Mitra scrobiculata Brocc.*
. . . *striatula Brocc.*

*Mitra fusiformis Brocc.*
*Cassis saburon Lam.*
*Chenopus pes pelicani Phil.*
*Murex truncutus Lin.*
*Fusus rostratus Olivi*
*Cancellaria cancellata Lin.*
. . . . . . *piscatoria Defr.*
*Pleurotoma ramosa Bast.*
. . . . . . *gradata Defr.*
. . . . . . *granulatocincta Münst.*
*Cerithium mediterraneum Desh.*
. . . . . . *scabrum Olivi*
*Pyrula rusticula Bast.*
. . . . *clava Bast.*
*Ranella marginata Brong.*
. . . . *scrobiculata Kien.*
*Turritella turris Bast.*
. . . . . . *Archimedis Brong.*
*Xenophora turicensis May.*
. . . . . . *Deshayesi Mich.*
*Solarium carocollatum Lam.*
. . . . . *simplex Bronn*
*Vermetus arenarius Lam.*
. . . . . *intortus Lam.*
*Natica millepunctata Lam.*
. . . . *helicina Brocc.*
. . . . *Josephinia Ris.*
*Delphinula helvetica May.*
*Sigaretus clathratus Récl.*
*Patella helvetica May.*
*Crepidula unguiformis Lam.*
*Dentalium entalis Gm.*
. . . . . . *incrassatum Sow.*
. . . . . . *fossile Gm.*
. . . . . . *mutabile Dod.*
. . . . . . *Michelottii Hörn.*

Crustaceen.

*Balanus tintinnabulum Lin.*

Dazu gesellen sich Zähne von *Carcharodon megalodon*, *C. polygyrus*, *C. Escheri*, *Lampa cuspidata*, *L. contortidens*, von *Oxyrhina* und *Notidanus*, auch Knochen von *Halitherium* und Delphinen. Von Pflanzen ist besonders *Banksia Deikeana Heer* sehr charakteristisch.

3. Oeninger Stufe, oder obere Braunkohlenbildung. Eine entschiedene Süsswasserbildung, welche in der östlichen Schweiz die vorhergehende marine Stufe meist bedeckt, und das Hügelland der Kantone Zürich und Thurgau bildet; sie besteht dort wesentlich aus weissen Sandsteinen, Mergeln, Kalksteinen, bituminösem Stinkkalk mit Limnäen, Planorben, Unionen, Heliciten, und einem oder ein paar Flötzen von Pechkohle, dergleichen besonders bei Käpfnach, Elgg, Eglisau, Herderen und Niederutzwyl bekannt sind. In der westlichen Schweiz, wo die graue und die marine Molasse meist zu Tage austreten, gehören hierher nur die Süsswasserkalksteine von Locle und Lachaudefonds im Kanton Neuchâtel, sowie jene von Montavon und Vermes in der Gegend von Delsberg. Endlich ist auch die, durch ihre zahlreichen und wohl erhaltenen Fossilien so berühmte Ablagerung von Oeningen, oberhalb Stein am Untersee, hierher zu rechnen, obwohl solche nicht in der Schweiz, sondern im angränzenden Seekreise des Grossherzogthums Baden liegt.

Eine halbe Stunde von Oeningen, am Abhange des Schienenberges liegen die beiden Steinbrüche, welche eine so reiche Flora und Fauna geliefert haben, der eine 550, der andere 700 Fuss über dem Spiegel des Bodensees. Die fast horizontalen Schichten sind meist kalkiger, und nur zum kleinen Theile thoniger Natur, plattenförmig und selbst schieferig, wodurch sie sich gar sehr von dem in der Gegend herrschenden, gelblichen und dickschichtigen Molassesandstein unterscheiden, dem sie aufgelagert sind. Sie wurden offenbar am Ende der miocänen Periode in einem kleinen, isolirten See abgesetzt. Ueber einem blaulichgrauen Mergel, welcher noch mit Sandsteinen wechselt, liegt der sogenannte Kesselstein, ein Kalkstein, welcher die reichste Fundstätte von Pflanzen und Insecten bildet.

Aber auch andere, mit besonderen Namen belegte Schichten liefern viele und mancherlei Fossilien.

Man kennt gegenwärtig von Oeningen allein 475 Pflanzenformen, über welche Heer in seiner *Flora tertiaria Helvetiae* ausführliche Belehrung giebt. Für die Oeninger Stufe überhaupt aber nennt er als ausschliesslich charakteristische Species:

| | |
|---|---|
| *Potamogeton geniculatus Braun* | *Laurus princeps Heer* |
| *Populus mutabilis Heer* | *Persea Braunii Heer* |
| *Carpinus pyramidalis Göpp.* | *Ilex berberidifolia Heer* |
| *Ulmus minuta Heer* | *Colutea antiqua Heer* |
| . . . . *Braunii Heer* | *Dalbergia nostratum* |

und die Podogonien.

Ferner hat Oeningen allein schon 922 Thierformen, und zwar meistentheils Insecten geliefert. Von Mollusken finden sich mehre Land- und Süsswasser-Conchylien (besonders *Helix moguntina* und *Anodonta Lavateri*), von Crustaceen *Cypris faba*, aber sehr wenig eigentliche Krebse; von Arachniden 28, von Insecten 844 Species, und zwar ganz vorwaltend Käfer, nächstdem viele Schnabelkerfe und Ameisen; von Wirbelthieren 32 Fische, darunter besonders häufig *Leuciscus oeningensis, L. latiusculus* und *L. helveticus;* von Reptilien der Riesensalamander *Andrias Scheuchzeri*, und der Riesenfrosch *Latonia Seyfriedii*, Schildkröten und Reste von Kröten, Schlangen und Crocodilen; von Säugethieren *Mastodon angustidens, Palaeomeryx, Lagomys* u. a.

Anmerkung. Was die Flora der schweizer Molasseformation überhaupt betrifft, so begreift dieselbe 920 Arten, darunter 291 Bäume und 242 Sträucher, also dreiviertel an Holzpflanzen. Heer bemerkt, dass ungefähr der elfte Theil dieser Pflanzenarten durch die ganze Molasse, d. h. durch alle ihre Stufen hindurchgeht, und hebt als die wichtigsten derselben die folgenden 22 Species hervor*):

| | |
|---|---|
| *Chara Meriani Braun* | *Dryandroides lignitum Ung.* |
| . . . . *Escheri Braun* | *Diospyros brachysepala Braun* |
| *Taxodium dubium Sternb.* | **Acer trilobatum Sternb.* |
| **Glyptostrobus europaeus Braun* | . . . *angustilobum Heer* |
| **Arundo Göpperti Münst.* | . . . *decipiens Braun* |
| **Phragmites oeningensis Braun* | *Sapindus falcifolius Braun* |
| *Typha latissima Braun* | *Berchemia multinervis Braun* |
| **Liquidambar europaeum Braun* | **Juglans acuminata Braun* |
| **Planera Ungeri Ett.* | * . . . . *bilinica Braun* |
| **Cinnamomum Scheuchzeri Heer* | *Cassia phaseolites Ung.* |
| * . . . . . . *polymorphum Braun* | . . . . *lignitum Ung.* |

Von diesen sind die mit einem * bezeichneten die häufigsten, sowohl in wie ausserhalb der Schweiz. Die beiden wichtigsten Species sind *Cinnamomum Scheuchzeri* und *C. polymorphum*, und die nächst häufigste Form ist *Acer trilobatum.* Von den 920 Arten, welche Heer in seinem Werke abgebildet hat, sind 70 sehr unvollständig bekannt; sonach bleiben 850 wohlbestimmte Arten für die oligocäne und miocäne Flora der Schweiz.

*) *Flora tert. Helv. III, p.* 286.

## Sechstes Kapitel.

## Einige Tertiärbildungen in der österreichischen Monarchie.

### §. 458. *Nummuliten- und Flyschformation in Istrien.*

Indem wir uns zur Betrachtung einiger Tertiärbildungen des österreichischen Kaiserstaates wenden, scheint es uns zweckmässig, zunächst eine kurze Schilderung der auf der Halbinsel Istrien abgelagerten Nummulitenformation einzuschalten, welche daselbst unter sehr interessanten Verhältnissen über der Kreideformation erscheint*).

Zwischen denen, von der Kreideformation gebildeten Massen des über 5000 Fuss hohen Schneeberger Waldgebirges und des 4100 Fuss hohen Birnbaumer Waldes in Krain einerseits, und dem südlichen Karstlande der istrischen Halbinsel anderseits breitet sich, jedoch unterbrochen durch das Karstgebirge der Tschitscherei und den Triestiner Karst, die eocäne Tertiärformation aus, welche auf dem Festlande, südlich vom Triestiner und Tschitscher Karste, die grosse Doppelmulde von Capo d'Istria und Pisino, nordöstlich von den genannten beiden Karstgebieten aber die, in das Spaltenthal von Buccari weit nach Südosten verlängerte Mulde der Recca, das Gebiet des Poik und die Mulde des Wipbachgebietes erfüllt.

Es sind besonders Foraminiferen-Kalksteine und Flysch, welche diese eocäne Formation zusammensetzen, deren Bergformen und Colorit von jenen der angränzenden Kreideformation sehr verschieden sind. Der Unterschied in der Physiognomie des hellfarbigen, schroff contourirten Karstlandes, und des dunkleren, sanft undulirten Flyschlandes giebt sich in besonders auffallender Weise zu erkennen, während der Nummulitenkalkstein an den Rändern der Flyschgebiete in schmalen Zonen hervortritt, welche, bisweilen zu kahlen kegelförmigen Gipfeln ausgezackt, gleichfalls einen eigenthümlichen Formentypus behaupten. Ausserdem erscheint aber auch in Istrien, wie in so vielen Regionen der Nummulitenformation, an ihrer Basis eine kohlenführende Süsswasserbildung, mit welcher die eocäne Formation eröffnet worden ist.

1. Süsswasserbildung, (Cosinaschichten). Fast überall in Istrien folgt unmittelbar auf die Kreideformation der Karstlandschaften eine durch ihre Kohlenführung, sowie durch ihre limnische oder brackische Fauna, und durch Spuren von Landpflanzen ausgezeichnete Süsswasserbildung, welche nach dem östlich von Triest gelegenen Orte Cosina, wo sie besonders gut entwickelt ist, auch unter dem Namen der Cosinaschichten aufgeführt wird.

Dieselbe besteht nach unten aus Thon, Schieferthon, bituminösem Mergel und Mergelschiefer, nebst Steinkohle, welche letztere zwar von grosser Güte ist, aber meist nur in schmalen Flötzen oder in kleinen linsenförmigen Stöcken auftritt, weshalb fast nur bei Carpona unweit Albona ein regelmässiger Bergbau

*) Wir entlehnen diese Schilderung aus den Abhandlungen des Doctor Guido Stache.

auf ihr getrieben wird, obgleich sie auch an vielen anderen Orten vorkommt. Ueber dieser kohlenführenden Abtheilung liegen dunkel rauchgraue oder bituminöse, theils mergelige, theils kieselige Kalksteine und Kalkschiefer *), welche Süsswasser-Conchylien (besonders Melanien und Paludinen) und von Pflanzenresten namentlich mehre Chara-Arten enthalten.

2. Foraminiferen-Kalkstein. Diese durchaus marine Etage lässt da, wo sie am vollständigsten entwickelt ist, drei verschiedene Glieder unterscheiden, welche nicht nur petrographisch, sondern auch paläontologisch charakterisirt sind.

Das untere Glied besteht aus theils dickschichtigen, theils plattenförmigen und selbst schieferigen Kalksteinen, welche oft noch mehr oder weniger bituminös, und von kleinen Foraminiferen aus der Familie der Milioliden erfüllt sind; ausserdem bilden Korallen in bankförmiger Vertheilung, Austern und sehr grosse Cerithien die besonders hervorstechenden Fossilien.

Das mittlere, fast nirgends fehlende Glied wird von plattenförmigen, sehr spröden, hell gelblichen oder röthlichen Kalkschiefern gebildet, in denen die rundlichen Formen der Alveolinen ausserordentlich vorwalten, zu welchen sich nur selten auch Orbituliten und Nummuliten gesellen.

Das obere Glied endlich, welches eine ähnliche allgemeine Verbreitung zeigt, besteht aus eigentlichen Nummulitenkalksteinen von meist licht gelblicher oder graulichweisser Farbe, dichter oder feinkörniger Textur, und bankförmiger oder klotzähnlicher Absonderung. Die Nummuliten sind hier ganz vorherrschend; mächtige Kalksteinmassen werden fast nur von ihnen gebildet, während Alveolinen und Orbituliten nur sparsam zwischen ihnen, andere organische Ueberreste aber, wie z. B. Korallen, Echiniden, Brachiopoden und Austern nur stellenweise häufiger erscheinen.

3. Flysch. Diese oberste Abtheilung der istrianer Tertiärschichten zerfällt in zwei, durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften sehr wohl unterschiedene Gruppen.

Die untere Gruppe wird anfangs noch vorherrschend von kalkigen Mergeln und Mergelschiefern, sowie von fossilreichen, festen, dickschichtigen Kalkstein-Conglomeraten und Breccien gebildet; allein weiter aufwärts wechseln diese Gesteine immer mehr mit Sandstein- und Mergelschichten, welche schon alle Eigenschaften des Flysches besitzen, weshalb denn eine scharfe Gränze zwischen dieser und der folgenden Gruppe kaum gezogen werden kann **).

---

*) In ihrer südlichen Fortsetzung, auf der Insel Lussin, nehmen diese Kalksteine schon ganz den Charakter der in Dalmatien auftretenden Schichten an, indem sie hellgelb und dünnschieferig erscheinen.

**) Dies erinnert an die auch anderwärts an der Gränze des Nummulitenkalkes und Flysches vorkommende Wechsellagerung der beiderlei Schichten, wie z. B. im Starzlachtobel am Grünten (vergl. S. 97 unten). Murchison hat schon in seiner Abhandlung *On the structure of the Alps* auf dergleichen Erscheinungen aufmerksam gemacht. — Bei dieser Gelegenheit wollen wir hier noch erwähnen, dass die Parallelisirung des Flysches mit der gypsführenden Süsswasserbildung des Pariser Bassins von Delbos bereits im Jahre 1854 aufgestellt worden ist; nach *Comptes rendus, t.* 61, 1865, *p.* 597.

Als tiefste Schichten dieser Gruppe erscheinen graue, unvollkommen schie-
ferige oder plattenförmige Kalkmergel, in welchen die Nummuliten fast gänzlich
vermisst, dafür aber kurzschwänzige Krebse gefunden werden. Die darüber
folgenden Kalkstein-Conglomerate und Breccien aber, sowie die mit ihnen
wechselnden mergelig-sandigen Schichten enthalten noch viele Nummuliten und
andere Foraminiferen, dazu viele Korallen, Echiniden, Conchiferen und Gastro-
poden, auch Zähne und Wirbel von Haifischen.

Die obere Gruppe besteht aus dem eigentlichen Flysch, einem Systeme
von abwechselnden Schichten eines festen, dickschichtigen, vielfach als Bau-
stein benutzten Sandsteins, und eines weichen Sandsteins und Mergelschiefers,
welche beide in dünnen Schichten auftreten, und von den dortigen Steinbrechern
Tassello genannt werden. Dieser Flysch enthält so gut wie gar keine thieri-
schen Ueberreste, sondern nur Fucoiden, sowie hier und da eingeschwemmte
Stamm- und Aststücke von Landpflanzen. Uebrigens bildet er an der Ober-
fläche die vorwaltende Ausfüllungsmasse aller dasigen Eocänmulden.

Was nun die Lagerungsverhältnisse dieser Tertiärbildungen Istriens
betrifft, so sind solche deshalb besonders interessant, weil sie uns die nor-
male, ursprüngliche, und die abnorme, durch Ueberkippung der Schichten
verursachte Lagerungsfolge zugleich vorführen. Die oben genannten Eocän-
mulden haben nämlich eine vorwaltende Längenausdehnung von Nordwest
nach Südost, und werden zu beiden Seiten von den Kreidegesteinen der Karst-
gebiete eingefasst; das herrschende Streichen der Schichten aller Formationen
findet gleichfalls von Nordwest nach Südost Statt, wie denn auch der allgemeine
Verlauf der Höhenzüge des Landes nach derselben Richtung orientirt ist.

An den südwestlichen Rändern der Mulden ist nun die normale
Lagerungsfolge erhalten; dort liegen also die Kreidekalksteine unter den
Nummulitenschichten, und diese unter dem Flysche. So sieht man es am
nordöstlichen Abhange des Triestiner Karstes oder am südwestlichen Rande der
Mulde des Wipbachthales; ebenso am nordöstlichen Abhange des Tschitscher
Karstes oder am Südwestrande der Mulde der Recca, und ebenso längs des
nordöstlichen Karstrandes Südistriens, durch das ganze Land von Salvore bis
zum Lago di Cepich.

Dagegen ist an den nordöstlichen Rändern der Mulden die Lagerungs-
folge grossentheils abnorm, so dass dort die Kreideformation über dem Num-
mulitenkalksteine, und dieser über dem Flysche gelagert erscheint. Dies
findet sich sehr auffallend am nordöstlichen Rande der Wipbachmulde bestätigt,
wo die steilen Gehänge der Nanosberge aufragen, sowie am nordöstlichen Rande
der Reccamulde, wo solche vom Schneeberger Karste begränzt wird; auch am
südlichen Theile des Tschitscher Karstes, zwischen dem Monte maggiore und
Clanitz, ist noch die überkippte Lagerung der Karstkalksteine über den eocänen
Gesteinen die durchgängige Regel, während am südwestlichen Rande des Triesti-
ner Karstes eine fast verticale, also gleichsam neutrale Nebeneinanderstellung
der Formationen Statt findet.

Die in diesen Ueberkippungen der nordöstlichen Muldenränder sich kund

gebende Faltung der Schichten wiederholt sich übrigens auch noch in den inneren Regionen der Mulden, wo namentlich der Flysch die manchfaltigsten wellenförmigen Biegungen und zickzackförmigen Faltungen zeigt, so dass der Bau des ganzen Landes, im Grossen wie im Kleinen, durch diese gefalteten, und von Nordwesten nach Südosten streichenden Schichtensysteme bestimmt wird. Da diese Faltung ebenso die Kreideformation wie die Eocänformation betroffen hat, so können die gewaltsamen und grossartigen Bewegungen, durch welche sie hervorgebracht wurde, erst am Ende der Eocänperiode eingetreten sein, und müssen gleichzeitig beide Formationen ergriffen haben.

Nach den von Stache ausgeführten Untersuchungen wiederholt sich in Dalmatien genau dieselbe Architektur. Auch dort bildet die Kreideformation lange, parallele, von NW. nach SO. streichende Falten mit oft steiler und selbst überkippter Schichtenstellung; auch dort sind die zwischen diesen Falten eingesenkten Wellenthäler von den Schichten der Eocänformation erfüllt, welche sich den Kreideschichten conform gelagert zeigen, während die dort vorhandenen jüngeren Tertiärschichten in discordanter Lagerung über ihnen ausgebreitet sind; auch dort steht endlich die allgemeine Configuration des Landes und der vorliegenden langgestreckten Inseln im genauesten Zusammenhange mit den merkwürdigen geotektonischen Verhältnissen der genannten beiden älteren Formationen.

## §. 459. *Tertiärformation des Wiener Bassins.*

Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung der grossentheils miocänen oder älteren neogenen Bildungen des Bassins von Wien, weil solches unter den deutschen Territorien dieser Art am genauesten erforscht und daher ganz vorzüglich geeignet ist, als Beispiel aufgeführt und geschildert zu werden.

Die Wiener Tertiärformation dehnt sich über einen bedeutenden Flächenraum aus, indem sie zunächst das zwischen dem böhmisch-mährischen Gebirge, den Karpathen und den nordöstlichen Alpen liegende Wiener Bassin erfüllt, welches sich in nordsüdlicher Richtung von Olmütz bis nach Oedenburg, in ostwestlicher Richtung von Theben bis nach Melk erstreckt, und durch die Donau in zwei Hälften von sehr ungleicher Ausdehnung getheilt wird. Für den grösseren, nördlichen Theil ist die March der Hauptfluss, daher man ihn das Marchbecken nennen könnte; der kleinere südliche Theil besteht aus den beiden Buchten von Wien und St. Pölten, welche durch den breiten, zwischen Wienerisch-Neustadt und St. Pölten nach Nordosten gegen Korneuburg vordringenden Keil älterer Gesteine getrennt werden.

Eigentlich ist aber dieses ganze Wiener Bassin nur als eine Bucht des weit grösseren ungarischen Bassins zu betrachten, mit welchem es bei Oedenburg sowie zwischen dem Leithagebirge und Haimburg unmittelbar zusammenhängt. Nach Westen aber steht es in der Gegend von Melk mit dem oberen Donaubecken in Zusammenhang. Dasselbe stellt sich daher, wie Hörnes sagt, als ein Verbindungsglied des oberen Donaubeckens mit dem ungarischen Becken dar, etwa so, wie gegenwärtig das Marmara-Meer das ägäische mit dem schwarzen Meere verbindet. Unstreitig hat in der miocänen Periode ein ausgedehntes Meer den mittleren Theil Europas bedeckt, von Dax und Bordeaux bis nach Lapugy und Dobra in Siebenbürgen, sowie bis nach Belgrad in Serbien. Die Fauna aller in diesem Meere

abgesetzten Tertiärbildungen ist wesentlich dieselbe, und bei Lapugy finden sich die Conchylien derselben in grosser Fülle und in einem trefflichen Zustande der Erhaltung. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 887. Uebrigens ist es wohl kaum mehr zu bezweifeln, dass die mächtige, dem Zuge der Karpathen folgende, und durch ihren Reichthum an Steinsalz ausgezeichnete Tertiärbildung Galiziens hauptsächlich derselben Formation angehört, welche in dem Wiener Bassin niedergelegt ist.

In diesem Bassin zeigt nun die Formation besonders folgende verschiedene Gesteine:

1) Conglomerate und Gerölle, z. Th. mit Braunkohlen,

2) Tegel, mächtige Thonablagerungen,

3) Sand, z. Th. mit Braunkohlen,

4) Leithakalk, welcher jedoch in verschiedenen Varietäten auftritt*).

1. Eine Ablagerung von klastischen Gesteinen, von Geröll und Sand, dürfte nach Partsch, als die eigentliche wasserführende Etage, die ganze Tertiärformation eröffnen; sie gewinnt noch ausserdem eine technische Wichtigkeit durch das Vorkommen sehr schöner Kohlen.

Am Leithagebirge und Rosaliengebirge, da sind mehrorts (wie z. B. bei Schleinz, Schauerleiten, Sebenstein, Klingenfurth, bei Rohrbach in Ungarn) diese tiefsten Schichten durch spätere Hebungen in geneigter Stellung zu Tage heraufgedrängt worden. Sie liegen unmittelbar auf Gneiss oder Glimmerschiefer und enthalten Flötze einer schwarzen, im Bruche muscheligen und glänzenden Braunkohle, welche bei Schauerleiten 6, bei Klingenfurth 7 bis 8, ja in Brennberg bei Oedenburg sogar 60 bis 120 Fuss mächtig sind, und oft von bituminösen Schiefern begleitet werden. Zu dieser kohlenführenden Etage gehören auch die Kohlen von Gloggnitz, die mächtigen Flötze von Leoben, Bruck und Judenburg in Steiermark, so wie jene von Komorn und Gran in Ungarn.

2. Die zweite, in grosser Ausdehnung, Mächtigkeit und mehrfacher Wiederholung nachgewiesene Gesteinsart wird von dem sogenannten Tegel gebildet, einem plastischen Thone von blaulich- oder grünlichgrauer Farbe, welcher stets feine Glimmerschuppen und etwas Quarzsand, auch ein wenig kohlensauren Kalk enthält, und daher mit Säuren braust. Nur in den oberen Schichten erscheint er als Schieferthon, weiter abwärts verliert er diese Beschaffenheit, wechselt aber mit Schichten von Quarzsand, zuweilen auch mit Geröllschichten. Er erlangt eine Mächtigkeit von mehren hundert Fuss, ist in hydroökonomischer Hinsicht sehr wichtig, indem er die Anlage von artesischen Brunnen begünstigt, und enthält an manchen Punkten, wie bei Baden, Möllersdorf, Vöslau u. a. O. zahlreiche und sehr wohl erhaltene Fossilien. Auch Gypskrystalle sind nicht selten.

Die grosse Mächtigkeit des Tegels ergiebt sich daraus, dass die beiden tiefsten Bohrbrunnen Wiens, am Getraidemarkte und am Gloggnitzer Bahnhofe, von denen jener 581 und dieser 631 Fuss Tiefe erreicht, denselben noch nicht durchsunken haben. Uebrigens ist er nicht immer horizontal gelagert, vielmehr erscheint er

* Bei der Beschreibung dieser Gesteine wurden, ausser einigen brieflichen Mittheilungen meines Freundes Hornes, ganz vorzüglich die Erläuterungen zur geognostischen Karte der Umgebungen Wiens von Czizek und die Arbeiten von Suess benutzt.

stellenweise, wie bei Leopoldsdorf und Moosbrunn, mit einer so steilen Neigung, dass man partielle Hebungen oder Senkungen annehmen muss. Dasselbe ist auch am Leithagebirge und am Rosaliengebirge der Fall, wie er denn überhaupt gegen die Ränder des Bassins etwas höher ansteigt, und gegen die Mitte desselben eine Mulde bildet.

Eine sichere Gliederung der Tegelschichten, deren gesammte Mächtigkeit man noch nicht einmal kennt, ist schwer zu entwerfen, weil die Ablagerungen nur an wenigen Puncten deutlich aufgeschlossen sind, weil viele Schichten gar keine Fossilien führen, und auch sonst keine bestimmten Merkmale an sich tragen. Desungeachtet lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass jene Schichten, welche den Tegel von Baden, Vöslau und Möllersdorf bilden, und ausser vielen marinen Conchylien auch zahlreiche Foraminiferen enthalten, mit zu den tiefsten Schichten der ganzen Formation gehören, während die höheren Tegel-Ablagerungen theils als brackische, theils als limmnische Bildungen charakterisirt sind.

3. Als dritte Gesteinsart erscheinen mehr oder weniger mächtige Sandablagerungen, welche bald unter, bald über dem Tegel auftreten, mit dem sie auch sehr innig und zumal nach unten durch häufige Wechsellagerung verbunden sind. Das Gestein ist meist ein feiner, wenig scharfkörniger, mit einigen Glimmerschuppen gemengter Quarzsand von gelblichweisser oder hellgrauer, selten von gelber Farbe. Auch kommen Schichten von gelbem Sande, so wie von Quarzgeröllen vor, welche letztere sich von dem Schotter, oder dem quartären Diluvialgeröll der Gegend, durch eine tief eingedrungene gelbliche Färbung unterscheiden.

Diese Sande sind oft sehr reich an Fossilien, was insbesondere auch von den dünnen Tegelschichten gilt, welche mit ihnen abwechseln; dahin gehören die reichen Fundgruben von Gainfahren, Enzesfeld, Steinabrunn u. a. O.

Untergeordnet erscheinen in diesem Sande Einlagerungen von kalkigem Sandstein und von Cerithienkalk, deren einzelne Schichten nur selten über zwei Fuss mächtig sind, aber einen trefflichen Baustein liefern, daher sie an der Türkenschanze, bei Atzgersdorf, Hetzendorf, Mödling u. a. O. viel gebrochen werden.

Auch fallen wohl mit den jüngeren Schichten dieser Sande Ablagerungen von Braunkohle zusammen, welche sich durch die meist holzige Textur ihrer Kohle von den vorerwähnten älteren Braunkohlen unterscheiden. Diese Lignite bilden Flötze oder Stöcke von 4 bis 5 Klaftern Mächtigkeit, werden im Hangenden oft von Gyps begleitet, und ausserdem von gelblichem Tegel und von Sand überlagert.

4. Leithakalk. Dieses interessante Gestein ist gewissermaassen als eine den vorher angeführten drei Gesteinen parallele Bildung, als eine rein marine Facies derselben zu betrachten, welche unweit der Küsten des ehemaligen Meeres nach Art der Korallenbänke entstanden zu sein scheint. In seiner Nähe und in ihm selbst kommen die Fossilien am häufigsten vor; ja er besteht fast ausschliesslich aus Korallen- und Conchylienschutt, und erscheint als ein licht gelber, bald lockerer, bald fester und poröser Kalkstein, in welchem namentlich Nulliporen, Bryozoën und Stammkorallen sehr vorwalten. Zwischen dem Kalkstein kommen auch zuweilen thonige Mergelschichten vor, welche ganz ausserordentlich reich an Fossilien und zumal an Foraminiferen sind.

Ueberhaupt ist dieser Kalkstein wesentlich organischen Ursprungs, und zwar theils ein phytogenes, theils ein zoogenes Gestein. Nach denen ihn vor-

waltend zusammensetzenden organischen Ueberresten lassen sich besonders (
Varietäten unterscheiden:

*a.* Nulliporenkalkstein; derselbe besteht wesentlich aus grossen ras
ähnlichen Stöcken einer kalkabsondernden Alge, der *Nullipora ramosissima*
deren Ueberreste, zugleich mit *Cellepora globularis* und *Amphistegina Haueri*,
Hauptmasse eines festen und dichten Gesteins bilden, welches einen sehr gu
Baustein liefert.

*b.* Amphisteginenkalkstein; die Amphisteginen erscheinen z
gewöhnlich massenhaft in den mergeligen Zwischenlagen des Kalksteins; d
bilden sie auch stellenweise, wie z. B. bei St. Margarethen einen weichen, di
ten Kalkstein.

*c.* Celleporenkalkstein; derselbe besteht ganz vorwaltend aus v
schiedenen Cellepora-Arten, und erscheint als ein sehr weicher und port
Kalkstein **).

Bisweilen werden die Kalksteine conglomeratartig durch Aufnahme
Kalksteingeröllen, welche oft durch innere Zersetzungsprocesse hohl gewor
sind ***).

Dieser Kalkstein wird in den Umgebungen des Leithagebirges, so wie bei N
dorf, zwischen Mödling und Perchtolsdorf, zwischen Baden und Vöslau in vi
Steinbrüchen gewonnen; frisch gebrochen ist er mürbe, lässt sich daher le
bearbeiten und in Stücke zersägen, während er allmälig hart und spröd wird.
Besonders interessant wird er durch seine organischen Ueberreste; in den unt
Schichten finden sich dieselben Species, wie bei Gainfahren und bei Steinabru
in den oberen Schichten kommen auch Säugethierknochen vor, gerade so wi
oberen Tegel oder in den Sandablagerungen von Belvedere. Die petrefactenre
sten Localitäten anderer Schichten scheinen überhaupt in einer nahen Bezieh
zu dem Leithakalke zu stehen.

Ueber den Erhaltungszustand der Fossilien des Leithakalkes giebt S
folgende interessante Bemerkung. Die Schalen von *Pecten*, *Ostrea*, *Anomia*, sc
die der Brachiopoden, die Gehäuse der Bryozoën, die Reste von Krebsen und B
nen, von Echiniden, Foraminiferen und Nulliporen zeigen sich stets wohl erhal
während fast alle übrigen Conchiferen, die Gastropoden und Korallen ihrer M
nach verschwunden sind, und nur ihre Hohlräume hinterlassen haben. Bei Pi
und Spondylus ist nur die äussere Schalenschicht erhalten. Mit einem Worte,
ursprünglich aus Aragonit bestehenden Schalen und Schalentheile sind aufg
und fortgeführt worden, während die aus Calcit bestehenden erhalten blieben

---

*) Vergl. Unger, in den Denkschriften der Kaiserl. Akademie zu Wien, Bd. 14, 1
S. 22 ff., wo diese Deutung des früher als kalksinterähnliche Bildung betrachteten Gest
ausführlich begründet wird. Boué erklärte sich sehr lebhaft für die Richtigkeit dieser I
tung im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 15, 1858, *p.* 422 ff. Aehnliche Nulliporenkalksteine bi
sich noch heutzutage im mittelländischen Meere; auch an den Westküsten Norwegens k
men nach Philippi dergleichen kalkausscheidende Algen vor.

**) In Steyermark finden sich auch wahre Korallenkalksteine, welche im Sa
gebirge, südlich von Gratz, förmliche Korallenriffe unmittelbar über dem Thonschiefer bil
doch ist auch dort ein dichter bis erdiger, fast kreideähnlicher Nulliporenkalkstein am mei
verbreitet. Unger a. a. O. S. 24 f.

***) Ueber diese hohlen Gerölle vergl. Bd. I. S. 414.

Auch hebt es Suess hervor, dass die Nulliporenkalksteine stets in einem höheren Niveau liegen, als die Celleporen- und Amphisteginen-Kalksteine, gerade so, wie noch jetzt im mittelländischen Meere die Nulliporenzone 15 bis 25 Faden tief hinabreicht, und erst unter ihr die Bryozoën und Foraminiferen beginnen. Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 110 ff.

Was nun die bathrologische Gliederung der Wiener Tertiärbildungen betrifft, so scheint dieselbe von den ausgezeichnetsten Forschern im Gebiete dieses Bassins noch nicht in übereinstimmender Weise aufgefasst zu werden.

Darüber, dass die am Nordwestrande des Bassins bei Horn, Eggenburg, Meissau und anderen Orten auftretenden sogenannten Horner Schichten zu den ältesten Ablagerungen des Bassins gehören, ist man wohl einverstanden, weil solche durch ihre organischen Ueberreste zum Theil als oligocäne Bildungen charakterisirt sind.

Allein über die relative Altersfolge der so mächtigen und weit verbreiteten jüngeren Meeres-Ablagerungen begegnen wir mehr oder weniger abweichenden Ansichten. Hörnes hat sich über diese Bildungen noch neuerdings folgendermaassen ausgesprochen. An die Horner Schichten schliessen sich zunächst die Sandablagerungen bei Grund, Grussbach, Ebersdorf, Weinsteig, Niederkreuzstätten, Pötzleinsdorf u. s. w. an; die Fauna dieser Sandablagerungen ist vollkommen identisch mit jener der schweizer Molasse, der Touraine, der Umgebungen von Bordeaux und Dax, und des südlichsten Frankreich bei Perpignan. Gleichzeitig mit diesen Sandablagerungen sind die kalkigen Riffbildungen des Nulliporenkalkes und Leithakalkes, welche sich häufig an den Küsten des tertiären Meeres gebildet haben, und deren mergelige Zwischenschichten reich an fossilen Conchylien sind, wie bei Steinabrunn, Nikolsburg, Baussnitz, Gainfahren, Nussdorf, Grinzing u. s. w. In ihrer Fauna zeigen diese Mergel eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den Ablagerungen bei Turin. Als jüngstes Glied der marinen Ablagerungen muss aus paläontologischen Gründen der sogenannte untere oder Badener Tegel, der früher wegen seiner bedeutenden Tiefe als die älteste Bildung betrachtet wurde, angesehen werden, indem dessen Fauna vollkommen mit jener von Tortona und von Saubrigues bei Dax übereinstimmt, sich sonach bereits der Subapenninen-Formation und mithin der Mediterranfauna annähert*). Damit stimmt auch die schon früher von Rolle aufgestellte Gliederung überein, welcher zufolge die marinen Schichten des Wiener Bassins in aufsteigender Reihenfolge als Horner, Grunder, Steinabrunner und Badener Schichten unterschieden werden**).

Dagegen macht Suess die Ansicht geltend, dass alle jene petrographisch so verschiedenen marinen Gesteins-Ablagerungen gleichzeitig neben ein-

---

*) Hörnes, im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 14, 1864, S. 518 f.; schon im Jahre 1858 hat derselbe erkannt, dass die Badener Schichten zu den jüngsten marinen Bildungen des Wiener Bassins gehören. Eine etwas vollständigere Uebersicht der Schichtenfolge nach den Ansichten von Hörnes gab Saemann, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 20, 1862, *p.* 102 ff.

**) Rolle, in Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wiss., Bd. 36, 1859, S. 37 ff.

ander in verschiedenen Regionen desselben Meeres zur Ausbildung gelangt sind, und nicht sowohl eine bestimmte chronologische, als vielmehr nur eine bathologische Reihenfolge darstellen, indem sie verschiedenen Tiefenzonen des miocänen Meeres entsprechen. Dieser Ansicht haben sich auch Karrer und Stolicka angeschlossen *).

Für die über den marinen Etagen folgenden brackischen und limnischen Schichten dagegen scheint man allgemein darüber einverstanden zu sein, dass solche als die letzten Glieder der dortigen Tertiärformation betrachtet werden müssen, indem durch Erhebung der äusseren Erdkruste jener Meerbusen, welcher den Bildungsraum der vorausgehenden Schichten geliefert hatte, auf einen weit kleineren Umfang beschränkt, und zugleich mit vielen einströmenden Landgewässern erfüllt wurde, weshalb während einer längeren Zeit nur Brackwasserschichten zum Absatze gelangten, welche endlich durch reine Süsswasserbildungen verdrängt wurden.

Diesen Ansichten gemäss erhalten wir daher folgende Uebersicht der in dem Wiener Bassin successiv abgelagerten Schichtensysteme:

1) Horner Schichten, von zum Theil oligocänem Charakter;
2) Neogene marine Gruppe;
3) Neogene brackische Gruppe;
4) Neogene limnische Gruppe.

1. Horner Schichten. Am östlichen Rande des Mannhartsberges, 8 bis 10 Meilen nordwestlich von Wien, bei Horn, Eggenburg und Meissau finden sich diese ältesten Schichten, theils in getrennter und unterbrochener Lagerung, theils noch in stetigem Zusammenhange mit dem eigentlichen Wiener Bassin **).

*a.* Im Westen bei Horn, Molt, Möddersdorf, Loibersdorf und Dreieichen liegt das eigentlich sogenannte Horner Becken in einer 4 Meilen langen, halbmondförmigen Einsenkung. Sand, Tegel und Töpferthon sind die vorwaltenden Gesteine, zu denen sich nach oben etwas Kalkstein gesellt.

Als Leitfossilien dieser Abtheilung nennt Rolle die folgenden Species:

| | |
|---|---|
| *Neithea gigas Schl.* | *Cerithium plicatum Lam.* |
| *Mytilus Haidingeri Hörn.* | . . . . . . *margaritaceum Brocc.* |
| *Venus umbonaria Lam.* | . . . . . . *Duboisii Hörn.* |
| *Cytherea erycinoides Lam.* | *Turritella cathedralis Brong.* |
| *Cardium Kübecki Hauer* | . . . . . *gradata Menke* |
| . . . . . *hians Brocc.* | *Strombus Bonellii Brong.* |
| *Buccinum Caronis Brong.* | |

zu welchen sich noch nach oben bei Dreieichen *Balanus Holgeri*, *Pecten opercularis* und *Ostrea lamellosa* gesellen.

*) Suess, in Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 39, 1860, S. 158 ff. und noch ausführlicher in seinem Werke: Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 44 ff. Karrer, Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 44, 1862, S. 427 ff. und Stolicka, ebendaselbst, Bd. 45, 1863, S. 73.

**) Wir entlehnen diese kurze Schilderung aus der Abhandlung von Rolle, in den Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 36, 1859, S. 37 ff.

*b.* Im Osten bei Maigen, Gauderndorf, Eggenburg u. s. w. bestehen die isolirten, auf Granit und Gneiss liegenden Ablagerungen vorwaltend aus Sand oder Sandstein und aus Nulliporenkalk, welche beide 40 bis 50 Fuss mächtig sind. Diese ganze Abtheilung zerfällt jedoch nach Rolle in zwei, paläontologisch unterscheidbare Unterabtheilungen oder Etagen;

Aus der unteren Etage führt Rolle als Leitfossilien auf:

| | |
|---|---|
| *Ostrea lamellosa Brocc.* | *Pyrula rusticula Bast.* |
| *. . . . gingensis Schl.* | *. . . . clava Bast.* |
| *Neithea gigas Schl.* | *Cerithium plicatum Lam.* |
| *Mytilus Haidingeri Hörn.* | *. . . . . . margaritaceum Brong.* |
| *Cardium hians Brocc.* | *. . . . . . Duboisii Hörn.* |
| *Venus umbonaria Lam.* | *Turritella cathedralis Brong.* |
| *Cytherea erycinoides Lam.* | *. . . . . . gradata Menke.* |
| *Panopaea Menardi Desh.* | |

wogegen er aus der oberen Etage folgende Leitfossilien namhaft macht:

| | |
|---|---|
| *Neithea simplex Micht.* | *Terebratula Hörnesi Suess* |
| *Anomia costata Brocc.* | *Balanus Holgeri Gein.* |
| *Pecten opercularis Lam.* | |

Ueberhaupt kennt man von Acephalen 59, und von Gastropoden 33 Species; von den ersteren gehören 27, von den anderen 12 den Horner Schichten eigenthümlich an, während die übrigen auch in anderen Schichten des Wiener Bassins vorkommen. Als anderweite Localitäten, wo diese Horner Schichten wahrscheinlich vorhanden sein dürften, nennt Rolle Ortenburg bei Passau, Ursprung bei Melk, Lipnik (im Unterneutraer Comitate), auch Waitzen und andere Orte in Ungarn, und Korod in Siebenbürgen.

Die neogenen (oder miocänen und pliocänen) Bildungen des Wiener Bassins zerfallen in eine marine, eine brackische und eine limnische Gruppe, deren jede aus Tegel, Sand und Geröll (Schotter) besteht, zu welchen sich in den beiden ersteren Gruppen noch mehr oder weniger untergeordnete Kalksteinbänke gesellen; namentlich ist der blaue Tegel in allen dreien mächtig entwickelt, und nur nach seinen organischen Ueberresten zu unterscheiden, unter denen auch die Foraminiferen sehr wichtig sind*). Während der langen Bildungsperiode dieser drei Gruppen haben sich die Fauna und Flora mehr oder weniger verändert; was auch für die von dem benachbarten damaligen Festlande durch Flüsse eingeschwemmten Thiere und Pflanzen gilt, deren Knochen und Stämme freilich im höheren oder geringeren Grade abgerollt sind. Die Meeresthiere der ersten Gruppe entsprechen denen des jetzigen mittelländischen Meeres und noch südlicherer Meeres-Regionen, und auch die Landflora verweist uns auf ein damaliges wärmeres Klima. Ueber der dritten Gruppe breiten sich nur noch Diluvialmassen und die neueren Alluvionen der jetzigen Flüsse aus.

Gegen die Ränder des Bassins treten die drei Gruppen als einzelne Zonen unter einander hervor; Wien selbst liegt gänzlich im Gebiete der Süsswassergruppe und der Diluvialgebilde, unter welchen zwar die brackische Gruppe erbohrt, die marine Gruppe aber noch nicht erreicht worden ist.

---

*) Suess, in seinem Werke: Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 44 ff., aus welchem das Folgende wesentlich entnommen ist.

2. Marine Gruppe. Nach Einsinkung des östlichsten Theiles der österreichischen Alpen, deren Fortsetzung die Kleinen Karpathen sind, entstand ein Meerbusen, dessen Strandlinie gegenwärtig 1250 bis 1300 Fuss über dem Spiegel des mittelländischen Meeres liegt. Auf dem Grunde dieses neugebildeten Meerbusens wurden nun allmälig verschiedene Gesteine, als Tegel, Sand, Leithakalkstein und Conglomerate oder Gerölle abgelagert; doch erfolgten diese Ablagerungen keineswegs ohne alle Regel; vielmehr lassen sie von dem Rande des Bassins nach innen eine bestimmte Aufeinanderfolge erkennen, so dass man gewöhnlich erst Gerölle und Conglomerate, dann Leithakalkstein, hierauf Sand und zuletzt den Tegel erreicht. Diesen Tegel nennt Suess marinen oder Badener Tegel, um ihn von den jüngeren Tegelbildungen zu unterscheiden.

Suess ist nämlich, wie bereits erwähnt, der Ansicht, dass diese verschiedenen Gesteine nicht sowohl über einander, als vielmehr neben einander abgelagert wurden, dass sie nur verschiedene Ablagerungs-Zonen eines und desselben Meeres repräsentiren. Das Gerölle wurde nahe am Strande, der Sand weiter hinaus, und in der tieferen Mitte der Tegel abgesetzt; daher nimmt auch die Mächtigkeit der dem Tegel eingeschalteten Sandschichten weiter auswärts vom Rande, oder weiter einwärts nach dem Inneren des Bassins beständig ab.

Sehr zahlreich sind die organischen Ueberreste im Kalksteine, Sande und Thone; der Kalkstein besteht meist gänzlich daraus, und in der Umgebung von Wien gehören die Thongruben von Baden, Möllersdorf, Soos und Vöslau, die Sandgruben von Enzesfeld und Pötzleinsdorf, die Mergelgruben von Gainfahren zu den reichsten Fundstätten jener Conchylien, deren Beschreibungen und Abbildungen in dem prächtigen Werke von Hörnes: Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien, nun bald vollständig geliefert sein werden*). Wie heutzutage, so waren auch in der miocänen Periode diese Meeresbewohner an gewisse Tiefenzonen gewiesen, weshalb im Tegel meist Ueberreste von solchen Thieren vorkommen, die in grösseren Tiefen lebten, während der Leithakalk die Reliquien von Thieren enthält, welche einer geringen oder mässigen Tiefe entsprechen. Die Nulliporenkalksteine umkränzen, Korallenriffen vergleichbar, die einzelnen Kuppen der älteren Gesteine, das Leithagebirge, das Rosaliengebirge, die Höhen bei St. Margarethen, und sind bei Wöllersdorf, Brunn am Gebirge und Mauer in einer langen Reihe von Steinbrüchen, auch am Abhange des Kahlengebirges mehrorts aufgeschlossen.

Von Säugethieren fanden sich bis jetzt eingeschwemmte Reste eines *Dinotherium*, eines grossen Rhinoceros, des *Listriodon splendens* (eines dem *Lophiodon* ähnlichen Pachydermen) und einiger kleinerer Thiere.

3. Brackische Gruppe. Nach der Bildung der marinen Gruppe wurde ein grosser Theil Europas in ein höheres Niveau emporgetrieben, was in der Gegend von Wien um mehre hundert Fuss erfolgte. Dadurch wurde das dortige Meeresbassin in seinem Umfange beschränkt; gleichzeitig vermehrten sich die Zuflüsse vom Lande her, durch welche Ueberreste von Landpflanzen eingeschwemmt wurden; es entstand ein Brackwassersee, wie die in den nun folgenden Schichten begrabenen Conchylien beweisen, welche ein Wasser von geringem Salzgehalte anzeigen.

*) Der nächste Paragraph enthält eine Uebersicht der am häufigsten vorkommenden Species.

Die auf dem Grunde dieses brackischen Bassins abgelagerten Gesteine sind abermals gelbe oder sonst licht gefärbte Sande nebst plattenförmigen, oft kalkigen Sandsteinen (Cerithienschichten), und blaulichgrauer Tegel, welchen Suess brackischen Tegel oder Tegel von Hernals nennt. Die sandigen Schichten stehen zu diesem Tegel in demselben Verhältnisse, wie die marinen Sande zu dem Tegel von Baden; sie zeigen sich ebenfalls nur am Rande des nun enger gewordenen Bassins, zwar über dem Tegel, aber nach unten vielfach mit ihm abwechselnd, wie bei Nussdorf und Ottakring, und mit abnehmender Stärke vom Rande gegen die Mitte des Bassins. Sie bilden einen Gürtel, der sich an die marine Gruppe eben so anlehnt, wie diese an das alpine Randgebirge, und unterhalb wie innerhalb dieses Gürtels breitet sich der Tegel aus*).

Die Steinbrüche von Heiligenstadt, bei der Türkenschanze, bei Mauer und Hetzendorf werden in dem Sandsteine dieser Cerithienschichten betrieben, welche zahllose Gehäuse von *Cerithium pictum* und *C. rubiginosum* nebst wenigen anderen Schnecken und Muscheln enthalten, deren Schalen theils noch erhalten, theils aufgelöst sind; im letzteren Falle wurde der Sand durch den kohlensauren Kalk zu Sandstein mit kalkigem Cämente umgewandelt, in welchem nur noch die Hohlräume der Conchylien erhalten geblieben sind.

Der brackische Tegel ist vielorts ausgezeichnet durch Ueberreste von Delphinen, Seehunden, Schildkröten und Fischen; Conchylien kommen weniger vor; am häufigsten sind noch einige Species von *Cardium* und *Mytilus*, stellenweise auch kleine Schnecken, wie z. B. *Paludina effusa*, *P. acuta*, *P. immutata*, *Rissoa inflata* und *R. angulata*.

4. Süsswasser-Gruppe. In Folge einer abermaligen Hebung des Landes trat wiederum eine Beschränkung des Bassins ein, welches nun grösstentheils den Charakter eines Süsswassersees annahm, auf dessen Grunde neue Schichten zur Ablagerung gelangten. Auch diese Schichten bestehen einestheils aus blaulichgrauem Tegel (Tegel von Inzersdorf), anderntheils aus Sand und Geschieben (Belvedere-Sand); jener trägt mehr den Charakter einer Binnenseebildung, dieser den einer Flussbildung, aber beide sind nicht neben, sondern nach einander gebildet worden, obgleich sie dieselben Fossilien enthalten.

*a.* Tegel von Inzersdorf (auch Congerien-Tegel genannt). Derselbe liegt stets unter dem Sande und Geröll, erreicht eine grosse Mächtigkeit, und bildet bis zu grosser Tiefe den Untergrund der Stadt Wien. Er enthält oft Knollen von grauem Kalkmergel, sowie Schichten von mehr oder weniger sandiger Beschaffenheit, bisweilen auch reine Sand- und Geröllschichten, welche wegen ihrer Wasserführung bedeutsam werden; nicht selten sind diese Sande zu grossen knolligen Concretionen oder zu Platten von Sandstein erhärtet.

Die Fossilien dieses Tegels stammen von Landpflanzen und Landthieren, von Süsswasser-Schildkröten und Süsswasser-Conchylien; sehr selten kommen Fische

* Es gehört zu den vielen Verdiensten unsers Freundes Hörnes, diese Cerithienschichten als eine selbständige Etage erkannt und charakterisirt zu haben. Die Wichtigkeit dieser Schichten ergiebt sich schon daraus, dass sie weit hinein nach Ungarn verfolgt werden konnen, und auch in Polen, in Podolien, Volhynien und Bessarabien bekannt sind.

oder brackische Conchylien vor, wie *Cardium apertum* und *C. conjungens*. Die häufigsten limnischen Conchylien sind *Congeria subglobosa*, *Melanopsis Martiniana* und *M. Bouéi*. Von Landthieren finden sich besonders *Hipparion gracile*, *Acerotherium incisivum*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris* und Antilopen. Die ziemlich manchfaltige Landflora, welche Constantin v. Ettingshausen beschrieben hat, zeugt gleichfalls für ein wärmeres Klima; sie steht am nächsten der miocänen Flora von Parschlug und Leoben in Steiermark, sowie jener von Swoszowice in Galizien und von Bilin in Böhmen *).

Diese Congerienschichten gewinnen östlich von Wien, im ungarischen Tieflande und in Siebenbürgen eine sehr grosse Verbreitung, während sie im Donauthale oberhalb des Durchbruches am Leopoldsberge, eben so am Nordrande der Karpathen in Galizien, am südwestlichen Abfalle der karnischen, julischen und dinarischen Alpen, sowie in der Ebene des Pothales gänzlich vermisst werden. In Podolien und Bessarabien scheinen sie dagegen eine wichtige Rolle zu spielen.

*b.* Belvedere-Schichten. Sie bestehen aus Geröllen und Geschieben, aus Sand und bisweilen ans einem zähen, röthlichgelben Thone, welche Gesteine eine sehr wechselnde Mächtigkeit und Aufeinanderfolge zeigen; doch ist die Gesammt-Mächtigkeit dieser Etage weit geringer, als jene des unter ihr liegenden Tegels. Das Geröll (Schotter) ist meist vorwaltend und, eben so wie der Sand, durch die gleichmässig gelbe Farbe ausgezeichnet, mit Ausnahme der festeren, blaulichgrünen Sandsteinplatten, welche am Belvedere im Sande vorkommen.

Im Striche von Sanct Marx bis Matzleinsdorf liegt oben, 6 Fuss mächtig, feiner gelber Sand, darunter Schotter bis 24 Fuss mächtig. Dieser Schotter besteht dort fast nur aus Geschieben von weissem, äusserlich rostgelb gefärbtem Quarze, welche eine eigenthümliche Gestalt haben, indem sie an der einen Seite keilförmig zugeschärft sind, was beweist, dass sie auf dem Grunde eines fliessenden Gewässers vorwärts geschoben worden, und wirkliche Geschiebe, aber keine Gerölle sind. An anderen Orten ist der Sand nur stellenweise vorhanden, während sich ein zäher röthlichgelber Letten dem Schotter beigesellt.

In dem Sande und Schotter finden sich häufig Knochen derselben Thiere, wie im Congerien-Tegel, mit Ausnahme der Antilopen. Von Conchylien kommen vor: *Valvata piscinalis*, Unionen und Cycladen, bisweilen auch Arten von *Congeria* und *Melanopsis*. Die Pflanzenreste bestehen in Stammstücken verkieselten Holzes, sowie in Hohlabdrücken von Schilfhalmen, welche die bläulichgrünen Sandsteinplatten am Belvedere wie zahlreiche senkrechte Kanäle durchbohren.

Anmerkung. Da es höchst wahrscheinlich, ja gewiss ist, dass die grosse karpathische Steinsalzbildung derselben miocänen oder neogenen Formation angehört, wie die Schichten des Wiener Bassins, so müssen wir doch noch einige Bemerkungen über sie einschalten.

Der grosse Reichthum an Steinsalz und an Soolquellen zu beiden Seiten der Karpathen ist schon lange bekannt. Am südlichen Abfall kennt man das Steinsalz zu Soovar bei Eperies, und in noch weit bedeutenderen Massen im Marmaroscher Comitate, von Huszt bis fast nach Borso, besonders bei Rhonaszek und Sygatag. Am nördlichen Abfalle liegen zuvörderst bei Wieliczka und Bochnia fast unerschöpf-

---

*) C. v. Ettingshausen, die Tertiärfloren der österreichischen Monarchie; Nr. I, Fossile Flora von Wien, 1851, S. 29 f. Die Pflanzenreste finden sich meist in den Concretionen von Kalkmergel und Sandstein.

liche Stöcke von Steinsalz. Von Bochnia südöstlich bis zum San ist zwar die salzführende Formation vorhanden, aber eigentliche Steinsalzlager sind noch nicht bekannt. Dagegen beginnt mit Tyrawa-Solna unterhalb Sanok der lange Salzquellenzug von Ost-Galizien, der von dort an ohne Unterbrechung bis in die Bukowina fortsetzt. In Ost-Galizien ist bei Stebnik das Steinsalz in einer Mächtigkeit von weit über 400 Fuss durchbohrt worden; in Siebenbürgen wird an sechs Orten Steinsalz gewonnen, und ausserdem stehen in Ost-Galizien und in der Bukowina 26 Salinen auf Soolquellen in Betrieb, deren Soolschächte oft bis auf das Steinsalz hinabreichen. Förmliche Berge von Steinsalz finden sich nach Fichtel in Siebenbürgen bei Szovata und Parayd; an ersterem Orte ziehen sich die Salzberge über eine Meile weit fort, sind aber meist dicht bewaldet, so dass man nur an den steilen, z. Th. 200 Fuss hohen, schneeweissen Abstürzen ihre wahre Natur erkennt; bei Parayd ist ein Thal im Steinsalze ausgewaschen. Bei Beretz läuft ein Bach auf lange Strecken im Steinsalze fort, welches an beiden Ufern mehre Klafter hohe Wände bildet und von Sandstein bedeckt wird. Aehnliche Erscheinungen kennt man in anderen Thälern von Siebenbürgen. Ja, zwischen diesem Lande und der Moldau lässt sich nach Fichtel, auf eine Strecke von mehr als 20 Stunden, das Steinsalz Schritt vor Schritt als das Unterlager des Gebirges verfolgen. Auch die Moldau und Wallachei sind erstaunlich reich daran.

Diese wahrhaft colossale Steinsalzformation besteht, wie fast alle derartige Bildungen, wesentlich aus Salzthon, Gyps, Mergel und Steinsalz, welche von Sandsteinen, Schieferthonen und anderen Gesteinen begleitet und umschlossen werden, zu denen auch die bekannten Schwefellager von Swoszowice gehören. Dass sie eine sedimentäre Formation sei, diess kann wohl Niemand bezweifeln; dass sie aber zu den tertiären Formationen gehöre, diess ist schon von Beudant, Keferstein, Lill und Boué geltend gemacht worden; dass sie endlich den miocänen oder älteren neogenen Tertiärbildungen zugerechnet werden müsse, diess wurde zuerst von Murchison, Verneuil und Keyserling behauptet (*The Geology of Russia, p. 291 f.*), und ist in neuerer Zeit insbesondere durch die Untersuchungen von Reuss wohl zur Gewissheit erhoben worden. Im Steinsalze von Wieliczka fand Philippi Foraminiferen und Conchylien, nnd Unger 15 Arten von Hölzern, Blättern und Früchten, von denen 9 bereits aus anderweiten Tertiärschichten bekannt sind, und auf eine miocäne Bildung verweisen. In dem von Bochnia sind Braunkohlenstücke, Coniferenzapfen und Nüsse, sowie Zähne von *Carcharodon megalodon* gefunden worden; Hauch, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, II, S. 33 u. 37. Bei Korinitza an der Nida fanden Murchison und seine Begleiter in dem kalkigen Sande und Sandsteine 33 Species von Conchylien, die alle auch bei Wien oder Bordeaux vorkommen. Die schöne schlanke Koralle *Cyathina salinaria* ist nach Russegger nicht nur im Salzthone, sondern auch im festen Steinsalze vorgekommen; 16 andere Korallen-Species von Wieliczka sind nach Reuss identisch mit denen aus dem Leithakalke; derselbe treffliche Forscher bemerkt, dass von den 29 Species Ostrakoden von Wieliczka 11 auch im Leithakalke, 2 im Tegel und 7 in beiden gemeinschaftlich bekannt sind; von Foraminiferen kennt man bereits 120, und von Conchylien 40 Species. Aus allen diesen Thatsachen folgert Reuss, dass die Formation von Wieliczka dem Leithakalke (also der Wiener Formation) und der Subapenninenformation entspreche. Naturw. Abhandl. herausgegeben von Haidinger, Bd. III, 1850, S. 44 ff. — Wie die karpathische, so ist auch die Gyps- und Steinsalz-Formation von Volterra in Toskana entschieden miocän.

Nach Abich ist auch die weit verbreitete und mächtige, aus Kalkstein, rothem Sandstein, bunten gypsführenden Mergeln und Steinsalz bestehende Formation Kleinasiens, Armeniens und Persiens, über welche Hamilton, Ainsworth, Tschihatscheff und Loftus berichtet haben, der miocänen Formation einzuordnen. Sie liegt

über der Nummulitenformation. Ihr tiefstes Glied ist ein an Korallen, Foraminiferen, Echinodermen und Conchiferen reicher Kalkstein, welcher dem Leithakalkstein entspricht, und, wie dieser, als eine Riffbildung erscheint: derselbe bildet einen grossen Theil der Umgebungen des Urmia-Sees, und ist auch bei Erzerum und anderwärts vorhanden. Ueber ihm, zum Theil auch neben ihm, liegen die rothen Sandsteine und Conglomerate, die bunten Mergel, sowie die Gyps und Steinsalz enthaltenden Thone; Gesteine, welche eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit denen des Rothliegenden und des Buntsandsteins von Mittel-Europa haben, aber durch ihre organischen Ueberreste (z. B. *Cerithium plicatum*, *C. tricinctum*, *C. margaritaceum*, *Tapes gregaria* u. a.) als mitteltertiäre Bildungen charakterisirt werden. *Mém. de l'Acad. impériale des sc. de St. Petersbourg, XII*, 1857, *p.* 58 ff.

## §. 160. *Uebersicht der wichtigsten Fossilien des Wiener Bassins.*

Was die organischen Ueberreste des Wiener Bassins betrifft, so kennt man deren bereits weit über tausend Species. Darunter befinden sich 197 Korallen und Bryozoën, 251 Foraminiferen, 8 Echinodermen, 90 Entomostraceen, 460 Conchiferen, 500 Gastropoden, 65 Fische und 23 Säugethiere, sowie ein paar Cirripeden, Brachiopoden, Pteropoden und Reptilien. Viele derselben sind auch in der Subapenninen-Formation bekannt, woraus sich die nahe Beziehung der miocänen und pliocänen Bildungen ergiebt, zwischen denen eine scharfe Gränze gar nicht zu bestehen scheint *).

Die wichtigsten, d. h. die am häufigsten vorkommenden Species sind in dem folgenden Verzeichnisse aufgeführt **).

### Verzeichniss der wichtigsten Fossilien aus dem Thierreiche.

*A.* Marine Gruppe. Diese Gruppe ist es, welche den grössten Reichthum an Formen beherbergt, weshalb denn die Miocänformation des Bassins von Wien

*) Wie auch Michelotti, ganz in Uebereinstimmung mit Bronn, Hörnes, Sismonda, Reuss und Sandberger zu dem Resultate gelangt ist, dass die miocäne Fauna ganz allmälig in die pliocäne Fauna übergeht. *Descr. des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale, p.* 376. Ebenso hebt es Neugeboren hervor, dass bei Lapugy in Siebenbürgen, wo im Tegel eine erstaunlich reiche Anhäufung trefflich erhaltener Fossilien vorkommt, die vorzüglich charakteristischen miocänen und pliocänen Formen mit einander gefunden werden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 671.

**) In Betreff dieses Verzeichnisses kann ich es nicht dankbar genug rühmen, welche freundliche Unterstützung mir dabei von meinem Freunde Hörnes in Wien für die Conchiferen und Gastropoden geworden ist. Eben so bin ich meinem Freunde Reuss verpflichtet, dass er mir die Namen der am häufigsten vorkommenden Foraminiferen, Bryozoën und Korallen angab. Die Fossilien des Wiener Bassins sind übrigens schon sehr gründlich in Arbeit genommen worden. Die Flora schilderte C. v. Ettingshausen (Wien 1851); über die Anthozoen und Bryozoen gab Reuss im II. und über die Entomostraceen Derselbe im III. Bande der von Haidinger herausgegebenen Naturwissenschaftlichen Abhandlungen eine vollständige Monographie; die Foraminiferen beschrieb Alcide d'Orbigny in einem besonderen Werke *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne, Paris* 1846, und Czizek einen Theil derselben im II. Bande der erwähnten Abhandlungen; über die Mollusken aber erscheint das herrliche Werk von Hörnes, welches in seinem ersten, die Gastropoden betreffenden Theile vollendet ist, im zweiten, die Conchiferen enthaltenden Theile aber bereits mit 6 Lieferungen vorliegt.

i einem der wichtigsten Vergleichungspunkte für alle übrigen Regionen der-
lben Formation wird, zumal weil die Bestimmungen der Species von ausge-
ichneten Paläontologen mit grosser Genauigkeit und Sorgfalt vollzogen wor-
n sind.

Korallen; man kennt 32 Species, davon die wichtigsten:

*Ceratotrochus duodecimcostatus Edw.*
*Flabellum cuneatum Edw.*
*Astraea Reussiana Edw.*
*Cladocora caespitosa Ehr.*
. . . . . . *multicaulis Edw.*
*Porites incrustans Edw.*

Bryozoën; Reuss hat bereits 165 Species beschrieben, von denen folgende besonders häufig sind:

*Pustulopora anomala Reuss*
*Idmonea pertusa Reuss*
*Hornera hippolithus Defr.*
*Retepora cellulosa Lam.*
*Vincularia marginata Goldf.*
*Crisia Edwardsii Reuss*
*Eschara undulata Reuss*
*Cellepora globularis Bronn*
. . . . . *tetragona Reuss*
. . . . . *scripta Reuss*

Foraminiferen; Orbigny beschrieb in seinem bekannten Werke 228 Species; dazu kommen noch 25 neue, von Czizek beschriebene Species; als die häufigsten sind etwa die folgenden zu betrachten:

*Orbulina universa Orb.*
*Glandulina laevigata Orb.*
*Nodosaria hispida Orb.*
*Dentalina elegans Orb.*
. . . . . *Adolphina Orb.*
*Cristellaria cassis Lam.*
*Robulina calcar Orb.*
*Sphäroidina austriaca Orb.*
*Nonionina Soldanii Orb.*
. . . . . . *bulloides Orb.*
*Polystomella crispa Lam.*
*Rotalina Partschiana Orb.*
*Rotalia Haidingeri Orb.*
. . . . *Dutemplei Orb.*
*Globigerina bulloides Orb.*
*Bulimina Buchiana Orb.*
. . . . . *pupoides Orb.*
*Uvigerina pygmaea Orb.*
*Clavulina communis Orb.*
*Amphistegina Haueri Orb.*
*Textilaria carinata Orb.*
*Biloculina simplex Orb.*
*Triloculina austriaca Orb.*
*Quinqueloculina Meyeriana Orb.*

Entomostraceen; Reuss hat 37 Cytherinen und 53 Cypridinen nachgewiesen; ein paar der gewöhnlichsten sind:

*Cytherina obesa Reuss*
. . . . . *seminulum Reuss*
*Cypridina punctata Reuss*
. . . . . . *Haueri Röm.*

Brachiopoden; von den bekannten Species erwähnen wir nur die folgenden:

*Terebratula Hörnesi Suess*
. . . . . . *grandis Blumenb.*
*Megerlea oblita Micht.*
*Argiope neapolitana Scacc.*
. . . . *squamata Eichw.*
. . . . *decollata Woodw.*

Conchiferen. Nach Hörnes dürften im Wiener Bassin überhaupt 460 verschiedene Species bekannt sein, von denen die meisten der marinen Gruppe der Miocänformation angehören; die wichtigsten derselben sind die folgenden*):

**Ostrea gryphoides Schl.*
. . . . *cymbularis Münst.*
. . . . *gingensis Schl.*
*Pecten solarium Lam.*
. . . . *flabelliformis Brocc.*
**Pecten pusio Penn.*
. . . . *sarmenticius Goldf.*
*Arca umbonata Lam.*
. . . *barbata Lin.*
. . . *turonica Duj.*

*) Die Namen der vorzüglich häufigen sind durch einen Stern ausgezeichnet.

* *Arca diluvii Lam.*
*. . . lactea Lin.*
*Pectunculus Fichteli Desh.*
* *. . . . . . pilosus Lin.*
*. . . . . . obtusatus Partsch*
*Limopsis anomala Eichw.*
*Leda fragilis Chemn.*
*. . . nitida Brocc.*
* *Nucula nucleus Lin.*
*. . . . Mayeri Hörn.*
*Astarte triangularis Montague*
*Cardita scabricosta Micht.*
*. . . . Jouanneti Bast.*
*. . . . rudista Lam.*
* *. . . . Partschi Goldf.*
*. . . . elongata Bronn*
* *. . . . scalaris Sow.*
*Crassatella moravica Hörn.*
*Erycina austriaca Hörn.*
*Lucina leonina Bast.*
*. . . . Haidingeri Hörn.*
* *. . . . incrassata Dub.*
* *. . . . columbella Lam.*
* *. . . . ornata Ag.*
* *. . . . dentata Bast.*
*. . . . exigua Eichw.*
*Diplodonta rotundata Mont.*
*Chama gryphoides Lin.*
*. . . . gryphina Lam.*
*Cardium discrepans Bast.*
*Cardium fragile Brocc.*
*. . . . . hians Brocc.*
* *. . . . . turonicum May.*
*Isocardia cor Lin.*
* *Circe minima Mont.*
* *Cytherea pedemontana Ag.*
* *Venus umbonaria Duj.*
*. . . islandicoides Lam.*
* *. . . clathrata Duj.*
*. . . fasciculata Reuss*
*. . . multilamella Lam.*
*. . . plicata Gmel.*
* *. . . marginata Hörn.*
*. . . ovata Penn.*
*Tapes vetula Bast.*
* *Psammobia Labordei Bast.*
*. . . . . . uniradiata Brocc.*
* *Tellina strigosa Gmel.*
*. . . . planata Lin.*
*. . . . donacina Lin.*
*. . . . lacunosa Chemn.*
*Fragilia fragilis Lin.*
* *Ervilia pusilla Phil.*
*Mesodesma corneum Poli*
*Lutraria oblonga Chemn.*
*Thracia papyracea Poli*
* *Corbula gibba Olivi*
* *. . . . . carinata Duj.*
* *Panopaea Menardi Desh.*
*Solen vagina Lin.*

Gastropoden. Hörnes führt 500 Species auf, von denen die grosse Me zahl in der marinen Gruppe der Miocänformation vorkommt, die nachfolg aufgeführten Species aber als die häufigeren zu betrachten sind.

* *Conus fuscocingulatus Bronn*
*. . . . Mercati Brocc.*
* *. . . . ventricosus Bronn.*
* *. . . . Dujardini Desh.*
* *Ancillaria glandiformis Lam.*
*Cypraea pyrum Gmel.*
*Erato laevis Don.*
* *Ringicula buccinea Desh.*
*Voluta rarispina Lam.*
*Mitra goniophora Bell.*
* *. . . scrobiculata Brocc.*
* *. . . pyramidella Brocc.*
*. . . ebenus Lam.*
*Columbella scripta Bell.*
*. . . . . . curta Bell.*
* *. . . . . . nassoides Bell.*
*Terebra fuscata Brocc.*
*. . . . acuminata Bors.*
* *Buccinum Rosthorni Partsch*
*Buccinum costulatum Brocc.*
* *. . . . . . prismaticum Brocc.*
* *. . . . . . coloratum Eichw.*
* *. . . . . . Dujardini Desh.*
* *Purpura exilis Partsch*
* *Cassis saburon Lam.*
* *Strombus Bonelli Brong.*
* *Chenopus pes pelecani Phil.*
*Triton affinis Desh.*
*Ranella marginata Brong.*
* *Murex aquitanicus Grat.*
*. . . . Sedgwicki Micht.*
*. . . . craticulatus Brocc.*
*. . . . erinaceus Lin.*
* *. . . . spinicosta Bronn*
*. . . . fistulosus Brocc.*
* *Pyrula rusticula Bast.*
*. . . . cingulata Bronn*
*Fusus intermedius Micht.*

*Fusus Puschii Andrz.*
*. . . . *virgineus Grat.*
*. . . . *Valenciennesi Grat.*
. . . . *longirostris Brocc.*
*. . . . *bilineatus Partsch.*
*. . . . *burdigalensis Bast.*
*Fasciolaria fimbriata Brocc.*
* *Cancellaria varicosa Brocc.*
. . . . . . *contorta Bast.*
*. . . . . . *cancellata Lin.*
. . . . . . *spinifera Grat.*
. . . . . . *calcarata Brocc.*
* *Pleurotoma cataphracta Brocc.*
. . . . . . . *festiva Dod.*
*. . . . . . . *asperulata Lam.*
. . . . . . . *Jouanneti Desm.*
*. . . . . . . *turricula Brocc.*
. . . . . . . *Schreibersi Hörn.*
. . . . . . . *granulato-cincta Münst.*
*. . . . . . . *rotata Brocc.*
. . . . . . . *coronata Münst.*
*. . . . . . . *spiralis Serr.*
. . . . . . . *dimidiata Brocc.*
*. . . . . . . *Lamarcki Bell.*
*. . . . . . . *spinescens Partsch*
*. . . . . . . *modiola Jan.*
*. . . . . . . *pustulata Brocc.*
*. . . . . . . *obeliscus Desm.*
* *Cerithium vulgatum Brug.*
*. . . . . . *minutum Serr.*
*. . . . . . *lignitarum Eichw.*
*. . . . . . *papaveraceum Bast.*
. . . . . . *Bronni Partsch*
* *Cerithium scabrum Olivi*
*Turritella gradata Mencke*
*. . . . . *Riepeli Partsch*
*. . . . . *vermicularis Brocc.*
*. . . . . *turris Bast.*
*. . . . . *Archimedis Brong.*
*. . . . . *bicarinata Eichw.*
*Phasianella Eichwaldi Hörn.*
*Turbo rugosus Lin.*
*Monodonta angulata Eichw.*
* *Trochus turricula Eichw.*
*. . . . . *patulus Brocc.*
* *Vermetus arenarius Lin.*
. . . . . *intortus Lam.*
*Sigaretus haliotoideus Lin.*
* *Natica millepunctata Lam.*
*. . . . *redempta Micht.*
. . . . *Josephinia Risso*
*. . . . *helicina Brocc.*
* *Nerita picta Fér.*
*. . . . *expansa Reuss*
*Eulima polita Lin.*
* *Rissoina decussata Mont.*
. . . . . *pusilla Brocc.*
* *Rissoa Montagui Payrd.*
. . . . *costellata Grat.*
. . . . *Lachesis Bast.*
* *Helix turonensis Desh.*
*Crepidula unguiformis Lam.*
*Calyptraea chinensis Lin.*
* *Dentalium badense Partsch*
*. . . . . . *incurvum Ren.*
. . . . . . *Bouéi Desh.*
. . . . . . *mutabile Dod.*

*B.* Brackische Gruppe.

Diese Gruppe erscheint allerdings sehr arm gegen die vorhergehende, indem ie nur eine geringe Anzahl von Species enthält; allein die meisten dieser Spe-ies treten in einer erstaunlichen Menge von Individuen auf, was besonders in len sogenannten Cerithienschichten der Fall ist, welche fast an allen Orten ihres orkommens durch folgende Fossilien charakterisirt sind*).

Conchiferen.

* *Cardium plicatum Eichw.*
*. . . . . *obsoletum Eichw.*
*Pisidium priscum Eichw.*
* *Tapes gregaria Partsch*
* *Donax lucida Eichw.*
* *Ervilia podolica Eichw.*
* *Mactra podolica Eichw.*
*Solen subfragilis Eichw.*

*) Einige andere Formen wurden bereits oben S. 133, bei der Beschreibung der brackisen Gruppe erwähnt. Bei Waitzen in Ungarn kommen zu dieser Gruppe gehörige Schichten r, welche fast gänzlich aus Schalen der *Spirolina austriaca Orb.* zusammengesetzt sind.

Gastropoden.

* *Buccinum duplicatum Sow.*
* *Murex sublavatus Bast.*
*Pleurotoma Sotterii Micht.*
. . . . . . *Doderleini Hörn.*
*Melania Escheri Brong.*
* *Cerithium pictum Bast.*
* . . . . . *rubiginosum Eichw.*
* *Cerithium disjunctum Sow.*
. . . . . . *nodoso-plicatum Hörn.*
* *Trochus pictus Eichw.*
* . . . . . *podolicus Dub.*
. . . . . *Poppelackii Partsch*
*Nerita Grateloupana Fér.*
* *Bulla Lajonkaireana Bast.*

*C.* Süsswasser-Gruppe.

Auch diese Gruppe ist arm an Species; doch wird diese Armuth durch Häufigkeit der Individuen aufgewogen, mit welchen einige Species auftret was namentlich von den *Congeria*-, *Cardium*- und *Melanopsis*-Arten gilt.

Conchiferen.

* *Congeria subglobosa Partsch*
* . . . . . *triangularis Partsch*
*Pisidium priscum Eichw.*
*Unio atavus Partsch*, u. a. Unionen.
* *Cardium apertum Münst.*
* . . . . . *carnuntinum Partsch*
* . . . . . *conjungens Partsch*
. . . . . noch andere Species in Ungarn.

Gastropoden.

*Cerithium pictum Bast.*
* *Melanopsis Martiniana Fér.*
* . . . . . . *Bouei Fér.*
. . . . . . *impressa Krauss*
. . . . . . *pygmaea Partsch*
*Nerita Grateloupana Fér.*
*Paludina acuta Drap.*
. . . . . *stagnalis Bast.*
. . . . . *concinna Sow.*
*Valvata piscinalis Müll.*
*Planorbis pseudoammonius Schl.*

Diese Uebersicht der wichtigsten wirbellosen Thiere dürfte hinreichen, die Fauna des Wiener Bassins zu charakterisiren. Die Fischreste sind neu dings von Heckel bearbeitet worden: die wichtigeren Säugethiere wurden o bei der Beschreibung der einzelnen Gruppen genannt. In Betreff dieser Säu thiere hebt es Suess hervor, dass sich die Fauna derselben während der n genen Periode auffallend verändert habe, so dass, wenn man bis zum Löss h aufsteigt (welcher durch *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *U spelaeus* und *Hyaena spelaea* charakterisirt ist), nicht weniger als vier succ sive Faunen von Landsäugethieren unterschieden werden könnten. Dage haben sich einige hundert Arten von jenen Conchylien, welche am Anfa derselben Periode das damalige Meer belebten, noch bis auf den heutigen T und zwar grossentheils im mittelländischen Meere lebend erhalten *).

## §. 161. *Tertiärformationen in Böhmen.*

### *A.* Marine Tertiärbildung im östlichen Böhmen.

Das Wiener Bassin zieht sich von der Donaustrecke Krems-Wien-Thel aus in grosser Breite nach Nordosten, erreicht in der Linie von Znaim ü Nikolsburg nach Skalitz die Gränze von Mähren, und setzt durch dieses La

*) Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 39, 1860, S. 163.

fort bis in die Gegend von Olmütz. Seine nordwestliche Gränze läuft dort im Allgemeinen von Znaim über Brünn gegen Wischau u. s. w.; allein nördlich von Brünn sind die Spuren einer nach Norden weit vordringenden Seitenbucht des miocänen Meeres nachgewiesen worden, welche sich von Unter-Klepatschow über Blansko, dann auf dem linken Ufer der Zwittawa über Raitz, Boskowitz, Kinitz, Gewitsch, Mährisch-Trübau und Zwittau bis nach Böhmen hinein verfolgen lassen.

Man verdankt die Kenntniss dieser mährischen Seitenbucht des miocänen Meeres den Beobachtungen von A. Reuss, welcher im Jahre 1853 eine geognostische Untersuchung des an den Chrudimer Kreis angränzenden und südlich bis Blansko reichenden Theiles von Mähren ausführte, und die Resultate derselben in einer trefflichen Abhandlung veröffentlichte*).

Eine noch jetzt erkennbare Lücke des mährischen Gebirgszuges ermöglichte das Eindringen des Meerwassers bis in die angränzenden Gegenden von Böhmen, wohin sich die miocäne Formation ursprünglich von Brünn aus ununterbrochen erstreckt haben mag; gegenwärtig sind von ihr nur noch isolirte Partieen, gleichsam einzelne Lappen rückständig, aus denen sich jedoch auf ihre ehemalige Verbreitung schliessen lässt. Reuss hat in dem Landstriche zwischen Blansko und Zwittau 17 dergleichen Partieen nachgewiesen, von denen die bei Boskowitz und Kinitz die bedeutendste ist; die Mächtigkeit ist bei allen gering, und dürfte kaum irgendwo 50 Fuss überschreiten; ihre Lagerung ist horizontal oder schwach geneigt.

Es lassen sich nur zwei Glieder, nämlich Tegel und Leithakalk unterscheiden, welche in ihrer petrographischen Beschaffenheit mit den gleichnamigen Gesteinen des Wiener Bassins vollkommen übereinstimmen. Der, bisweilen mit Sandsteinschichten wechselnde Tegel bildet stets das untere, der Leithakalk das obere Glied, was sich hier weit bestimmter zu erkennen giebt, als in der Umgegend von Wien; doch reicht der Leithakalk nördlich nur bis Kinitz, während weiter nach Norden blos der Tegel vorhanden ist. Die organischen Ueberreste sind identisch mit jenen des marinen Tegels und des Leithakalkes von Wien, was sowohl für die Conchylien als auch für die von Reuss sorgfältig gesammelten und bestimmten Foraminiferen gilt; auch ist der Kalkstein bisweilen als Nulliporakalkstein ausgebildet.

Die Tegelschichten dieser marinen Formation setzen aus Mähren nach Böhmen hinein fort, an dessen östlicher Gränze sie zwischen den Städten Mährisch-Trübau, Landskron und Zwittau in vier isolirten Ablagerungen bei Rudelsdorf, Triebitz und Abtsdorf bekannt, und durch die Einschnitte der Prag-Olmützer und der Prag-Brünner Eisenbahn aufgeschlossen worden sind. Diese durch Reuss nachgewiesenen und ausführlich beschriebenen**) Ablagerungen haben ungeachtet ihrer beschränkten Ausdehnung ein grosses Interesse, weil sie die einzigen Vorkommnisse von marinen Tertiärbildungen im Bereiche des ganzen Königreiches Böhmen sind. Sie liegen theils auf Rothliegendem, theils auf der Kreideformation, bestehen lediglich aus Tegel, sind aber, gleichwie durch ihre geographische Position, so auch durch ihre organischen

*) Im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 5, 1854, S. 744 ff., auch in: Kurze Uebersicht der geogn. Verhältnisse Böhmens, Prag 1854, S. 78.

**) In Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 39, 1860. S. 207 ff.

Ueberreste als die letzten nördlichen Ausläufer der grossen Tertiärformation Mährens, des Wiener Bassins, Ungarns und Galiziens charakterisirt.

Von 209 Species, welche Reuss im Jahre 1860 aufgeführt, beschrieben und zum Theil abgebildet hat, waren schon damals 163 im Wiener Bassin bekannt; dabei ist es auffallend, dass die meisten Individuen bedeutend kleinere Dimensionen erreichen, als bei Wien; was wohl aus der geringen Tiefe und dem geringen Salzgehalte dieser Seitenbucht des miocänen Meeres zu erklären sein dürfte. Die grosse Mehrzahl der Fossilien verweist den böhmischen Tegel in die marine Gruppe des Wiener Bassins; doch giebt sich in einigen Formen (wie *Cerithium pictum*, *Bulla Lajonkaireana* und *Murex sublavatus*), schon eine Annäherung an die brackischen Cerithienschichten, und in noch anderen Formen (wie *Melanopsis impressa*, *Nerita Grateloupana* und *Cerithium lignitarum*), eine Annäherung an die jüngsten Tegelschichten des Wiener Bassins zu erkennen. Bei Abtsdorf ist auch das Skelet eines *Dinotherium giganteum* gefunden worden.

*B.* Limnische Tertiärbildungen im nordwestlichen Böhmen.

Nach dieser kurzen Erwähnung der ganz localen marinen Tertiärbildung Böhmens wenden wir uns zur Betrachtung jener weit ausgedehnteren Süsswasserbildungen, welche im nordwestlichen Böhmen zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt sind, und namentlich durch ihre Braunkohlen eine grosse nationalökonomische Wichtigkeit erlangen, weshalb sie auch gewöhnlich unter dem Mamen der Braunkohlenformation zusammengefasst werden.

Diese limnischen Bildungen füllen mehre einzelne Becken aus. Das grösste derselben ist dasjenige, welches sich längs dem südlichen Fusse des Erzgebirges, durch den Leitmeritzer und Saazer Kreis, über 12 Meilen weit von Böhmisch-Kamnitz über Tetschen, Aussig, Teplitz, Brüx, Saaz und Commotau bis nach Kaaden erstreckt, von welchem letzteren Orte aus bis in die Gegend von Schlackenwerth dasselbe theils durch ältere Bildungen unterbrochen, theils durch mächtige Basaltmassen verdeckt wird. Da der berühmte Curort Teplitz in der Mitte seiner Längenausdehnung liegt, so wollen wir es das Teplitzer Becken nennen. Die Basalt- und Phonolith-Ablagerungen des böhmischen Mittelgebirges sind im Bereiche dieses Beckens hervorgebrochen und haben mancherlei Störungen seiner ursprünglichen Lagerungsverhältnisse verursacht.

Bei Schlackenwerth beginnt ein zweites, weit kleineres und schmäleres Becken, welches sich ebenfalls am Fusse des Erzgebirges längs der Eger, bei Carlsbad und Elbogen vorbei, über 4 Meilen weit verfolgen lässt. Nach dem Orte, wo es seine grösste Breite erreicht, wird es das Falkenauer Becken genannt.

Westlich von diesem Becken, und nur durch einen schmalen Glimmerschieferwall von ihm getrennt, liegt das Egerer Becken, welches den ganzen niederen Theil des Egerlandes erfüllt, ringsum von krystallinischen Schiefern und von Graniten eingefasst wird, und sich sowohl in nordsüdlicher als auch in ostwestlicher Richtung etwa 3 Meilen weit ausdehnt.

Auch im nördlichsten Theile des Leitmeritzer Kreises, bei Grottau, finden sich Braunkohlengebilde, welche mit dem Zittauer Becken der sächsischen Lau-

sitz zusammenhängen, in Böhmen selbst aber nur einen kleinen Flächenraum bedecken.

Noch kennt man im südlichen Böhmen, nämlich im Budweiser Kreise, Ablagerungen der Braunkohlenformation, wie namentlich das Budweiser und das Wittingauer Becken; sie stehen jedoch in ihrer Mächtigkeit und Kohlenführung weit hinter den gleichnamigen Bildungen des nordwestlichen Böhmens, weshalb wir uns an gegenwärtigem Orte nur auf diese letzteren beschränken.

## I. Das Teplitzer Becken*).

Die basaltischen Eruptionen des böhmischen Mittelgebirges fallen in die zweite Hälfte jener langen Periode, während welcher die Tertiärschichten dieses Beckens zum Absatze gelangten, so dass die aus der Zerstörung basaltischer Gesteine entstandenen Tuffe und Conglomerate oftmals einen wesentlichen Antheil an der Bildung der oberen Abtheilung der Braunkohlenformation nehmen, und manche Kohlenflötze mitten zwischen Basalttuffen gelagert sind, während andere sedimentäre Ablagerungen erst nach dem Abschlusse der eruptiven Formationen gebildet wurden. Man unterscheidet daher in dem Teplitzer Becken eine antebasaltische und eine postbasaltische Abtheilung, welche beide in den, während der eruptiven Periode abgelagerten (interbasaltischen) Sedimenten ihre Vermittelung finden.

### 1. Antebasaltische (und interbasaltische) Abtheilung (eigentliche Braunkohlenformation).

Als die wichtigsten Gesteine dieser bei weitem vorwaltenden Abtheilung sind Sandsteine, Sand, Thon, Schieferthon und Braunkohle, sowie Basalttuffe und Kohlenbrandgesteine zu nennen.

*a.* Sandstein. Die bekannten tiefsten Schichten des Bassins bestehen gewöhnlich aus einem bald grobkörnigen, bald feinkörnigen, weichen oder harten, weissen, hellgelben oder grauen Sandsteine, welcher dem Quadersandsteine der benachbarten Kreideformation bisweilen recht ähnlich wird, oft Körner von zersetztem Feldspath, oder grössere Körner (selten pyramidale Krystalle) von Quarz, stellenweise auch Gerölle von Quarz und anderen älteren Gesteinen enthält, und dann conglomeratartig wird. Das Cäment ist meist thonig, bisweilen aber auch kieselig, in welchem Falle das Gestein eine fast quarzitähnliche Beschaffenheit gewinnt, wie bei Ullersdorf und Janigg, an der Eremitage nördlich von Leitmeritz, bei Ossegg, Schümburg, Görkau und Czernowitz, und auf der (nördlich von Postelberg) zwischen Milay nnd Weberschan aufragenden Kuppe. Die harten Varietäten dieses Sandsteins werden bei Klostergrab, Strahl und

* Ueber dieses Bassin finden sich ausführliche Mittheilungen in dem Werke von A. Reuss: Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, Prag 1840, und in den Abhandlungen desselben Verfassers, welche in H. v. Meyers *Palaeontographica*, B. II, 1852, S. 1 ff., sowie in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 42, 1860, S. 55 ff. veröffentlicht worden sind. Auch Jokély gab im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 9, 1858. S. 398 ff. und S. 519 ff. sehr schätzbare Beiträge zur Kenntniss des Teplitzer Bassins. Auch in dem reichhaltigen und wichtigen Werke von Zincken: Die Braunkohle und ihre Verwendung, Theil I, 1865, S. 472 ff. wird eine ausführliche Beschreibung des Teplitzer Beckens mitgetheilt, auf welche wir unsere Leser verweisen.

Czernowitz als Mühl- und Bausteine gebrochen, während die weicheren Varietäten keine derartige Benutzung gestatten.

Von organischen Ueberresten sind sie meist frei; nur an einzelnen Stellen finden sich Pflanzenreste in grosser Menge, so zumal bei Czernowitz, wo Blätter von Dikotyledonen, Zweige und Zapfen von Coniferen, Früchte anderer Art, Holz- und Rindenstücke, sowie Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln sehr häufig vorkommen. Von thierischen Ueberresten kennt man nur bei Ossegg, Czernowitz und Prosseln Steinkerne einer *Anodonta*.

Auch in einem höheren Niveau wiederholen sich Sandsteine, welche meist weich und feinkörnig, weiss, grau oder gelblich, bisweilen braun gestreift, und oftmals mit Thon oder Schieferthon durch Wechsellagerung verbunden sind. Sie werden bisweilen reich an Glimmer, welcher ihnen selbst eine schieferige Structur verleiht, und finden sich z. B. in der Priesener Schlucht nördlich von Bilin, bei Dux, am Fusse der Wostrai, im Stirbitzer Thale und an vielen Orten in der Umgegend von Saaz.

*b.* Sand. Die weichen Sandsteine gehen nicht selten in ganz lose Sande über, welche meist weiss oder doch hellfarbig und mehr oder weniger fein sind. Sie finden sich, gewöhnlich mit Thonschichten wechselnd, besonders im Egerthale zwischen Saaz und Tschermig, in der von Strösen nach Nordwesten aufsteigenden Schlucht, und in den tief ausgerachelten Schrunden bei Welmschloss und Skyrl. Häufig enthalten sie Nieren oder auch Lagen von thonigem Siderit oder von Brauneisenstein.

*c.* Thon und Schieferthon. Weisser, grauer oder gelblicher, selten bunter, mehr oder weniger plastischer Thon, auch brauner und schwarzer kohliger Thon (sogn. Kohlenletten), sowie gelblichgraue bis kaffeebraune, oft sehr feinblätterige Schieferthone treten theils zwischen dem Sandsteine und Sande, theils auch selbständig und in bedeutender Mächtigkeit, zumal in der Nähe der Kohlenflötze auf. Sie umschliessen oft Nieren, bisweilen auch Lagen, selten (wie bei Kutterschitz und Rudiai) oolithische Körner von Siderit, und sind mitunter reich an Pflanzenabdrücken.

*d.* Braunkohle. Am häufigsten erscheint sie als feste gemeine Braunkohle, oder als eine compacte Moorkohle mit schmalen Zwischenlagen von schwarzer Faserkohle oder von Pechkohle. Doch bestehen die zwischen Basalttuffen gelagerten Flötze bei Binowe und Salesl (im Grosspriesener Thale) aus massiver glänzender Pechkohle, welche wegen ihrer Sauberkeit unter dem Namen Salonkohle verkauft wird; ähnliche Kohlen finden sich unter gleichen Verhältnissen in der Umgegend von Wernstadt. Oft ist die Kohle mehr oder weniger mit Eisenkies imprägnirt oder auf ihren Klüften mit kleinen Krystallen desselben überzogen. Als seltenere Vorkommnisse sind Mellit (Luschitz), Gelbeisenerz, Schwefel, Oxalit (Luschitz), Pyroretin (in der Pechkohle von Salesl), Ammoniak-Alaun (Tschermig), Fasergyps und Haarsalz zu erwähnen. Nicht selten kommen in der Braunkohle lange, breit gedrückte Holzstämme vor, welche nach allen Richtungen gestreckt sind; ja mitunter besteht das ganze Flötz aus dergleichen bituminösem Holze. Auch finden sich Stücke versteinerten oder

verkiesten Holzes, welche erstere durch Siderit, Roth- oder Brauneisenstein, oder auch durch Quarz petrificirt sind.

Die Braunkohle erscheint gewöhnlich in zwei bis drei, selten in mehreren Flötzen, von denen meist nur das tiefste bauwürdig ist, welches oft eine Mächtigkeit von 30 bis 40 Fuss erreicht, ja stellenweise bis zu 60, 80 und 100 Fuss anschwillt; doch ist auch das nächst obere oder oder zweite Flötz hier und da in bauwürdiger Stärke ersunken worden. Die in den Basalttuffen vorkommenden Pechkohlenflötze sind zwar zahlreicher, aber meist nur 1 bis 4 Fuss mächtig; dasselbe gilt von den kaum bauwürdigen Flötzen einer erdigen Braunkohle, welche in der Umgegend von Saaz bekannt und nur selten über 3 Fuss mächtig sind. Ihre grösste Mächtigkeit gewinnen die Flötze näher gegen den Fuss des Erzgebirges, in der Gegend von Aussig, Karbitz, Dux, Bilin, Oberleutensdorf und Kommotau.

*e.* Basalttuffe. Diese aus bald gröberem bald feinerem Schutte verschiedener Basalte bestehenden Gesteine haben meist graue, besonders grünlich- und schwärzlichgraue, aber auch braune, gelbe, rothe oder violette Farben, zeigen eine mehr oder weniger zersetzte Beschaffenheit ihrer klastischen Elemente wie ihres Bindemittels, enthalten nicht selten ganze oder zerbrochene Krystalle von Augit, Hornblende oder Glimmer, Körner von Feldspath und Olivin, auch in Klüften und anderen Cavitäten Zeolithe oder Kalkspath, und werden häufig von schmalen Kalkspath- oder Aragonit-Trümern durchschwärmt. Sie sind theils hart und fest, theils weich und locker, mehr oder weniger deutlich geschichtet, und geben sich dadurch, sowie durch die nicht seltenen Pflanzenabdrücke als sedimentäre Gesteine zu erkennen. Die feineren Varietäten gehen oft in eigenthümliche Thone oder Schieferthone über, während die gröberen Varietäten durch Aufnahme vieler Gerölle oder Fragmente von Basalt zu förmlichen Basaltconglomeraten werden.

*f.* Kohlenbrandgesteine. Besonders im Teplitzer Becken sind die Thone und Schieferthone der Braunkohlenformation gar häufig und in grosser Ausdehnung durch ehemalige Kohlenbrände geröstet, gefrittet, verschlackt und im hohen Grade metamorphosirt worden. Sie erscheinen meist roth, gelb, lavendelblau, oder grau und schwarz, oft grell buntfarbig, hart, spröde und klingend, bald nur halbgebrannt wie Ziegel, bald halbverglast als sogenannter Porcellanjaspis oder als Erdschlacke. Dabei ist die Schichtung undeutlich geworden; das Gestein erscheint wie zertrümmert oder aufgebläht, und manchmal zu einem wirren chaotischen Haufen zusammengestürzt. Die Sphärosiderite sind in stängeligen Thoneisenstein verwandelt. Die Asche der verbrannten Kohlenflötze bildet eigenthümliche, leichte und weiche, an der Zunge haftende Gesteine.

Diese Ablagerungen von Kohlenbrandgesteinen bilden sehr auffallende Erscheinungen, welche sich an vielen Orten vorfinden und oft über grosse Flächenräume verfolgen lassen. Nahe südlich bei Teplitz liegen mehre kleinere bei Schelenken, Straka, Krzemusch und Weboschan, während sich eine derselben von Lippnay über Nechwalitz bis Malkostiz, und eine andere unweit Brüx von Rudelsdorf bis Liechnitz über $^3/_4$ Meile weit erstreckt Bei Netschig, nördlich von Laun, liegen ganz nahe bei einander viele Hügel, deren Gipfel insgesammt aus Kohlenbrandgesteinen

bestehen, zum Beweise, dass die Kohlenbrände schon *vor* den letzten Berg- und Thalbildungen Statt gefunden haben müssen. Nach Haidinger und Jokély sind diese Brände durch Selbstentzündung der Kohlenflötze an ihren ehemaligen Ausstrichen entstanden, wogegen Reuss geneigt ist, ihre Ursache in den Eruptionen benachbarter Basalte zu suchen.

Diese Gesteine sind es, welche vorzugsweise die Braunkohlenformation des Teplitzer Bassins zusammensetzen. Von einigen anderen, mehr localen und jüngeren Bildungen wird am Ende dieses Paragraphen das Wichtigste mitgetheilt werden.

Was nun die *Lagerungsverhältnisse* der Formation in diesem Becken betrifft, so ist zuvörderst zu bemerken, dass sie im Gebiete sehr verschiedener älterer Formationen meist abweichend und übergreifend gelagert ist. An ihrem *nördlichen* Rande liegt sie von Böhmisch-Kamnitz über Tetschen, Kulm bis Graupen meist auf dem Quadersandsteine, selten auf dem Pläner der Kreideformation, dann aber lehnt sie sich fast ununterbrochen an die älteren Gesteine des Erzgebirges, an Gneiss, Porphyr, Glimmerschiefer und Granit. Am *südlichen* Rande ruht sie von Böhmisch-Kamnitz über Leitmeritz, Bilin, Postelberg bis Tuchorschitz bei Saaz fortwährend auf der Kreideformation, weiterhin auf dem Rothliegenden und zuletzt auf den Thonschiefern, welche die Basis der böhmischen Silurformation bilden. In der *Mitte* des Bassins, bei Teplitz, taucht eine langgestreckte und auf ihrer Süd- und Ostseite zunächst von Pläner umgebene Porphyrpartie wie eine Insel aus der Braunkohlenformation auf.

Die *Lagerung* ist wohl im Allgemeinen eine *sanft muldenförmige* gewesen, wie sie sich auch noch gegenwärtig vielorts zu erkennen giebt; allein von Böhmisch-Kamnitz bis Brüx ist diese ursprüngliche Lagerung durch die Basalte und Phonolithe des Mittelgebirges vielfach gestört worden. Diese eruptiven Gesteine sind nämlich *nach* der Bildung der unteren und bei weitem mächtigeren Abtheilung der Braunkohlenformation an die Erdoberfläche gelangt, und haben dabei die Schichten derselben durchbrochen und zerrissen, stellenweise aufgerichtet oder in ein höheres Niveau gedrängt, und überhaupt sehr viele Dislocationen verursacht, welche gar häufig auch die Schichten der unterliegenden Kreideformation betrafen.

Die schönen Basaltgänge, welche im Elbthale von Aussig thalaufwärts den Sandstein der Braunkohlenformation durchsetzen, die unzweifelhaften Durchbrüche von Basalt und Phonolith, welche ebendaselbst zwischen Aussig und Tetschen zu beobachten sind, die von Reuss in seinem Werke über Teplitz und Bilin beschriebenen zahlreichen Durchbruchs- und Contact-Erscheinungen liefern die unwiderleglichen Beweise nicht nur für die *eruptive* Natur der genannten beiden Gesteine, sondern auch *dafür*, dass sie erst *nach* der Bildung der unteren und bedeutenderen Abtheilung der Braunkohlenformation zu Tage getreten sind.

Diesen Eruptionen des Mittelgebirges und des Duppauer Basaltgebirges ist wohl auch jedenfalls die *letzte* Erhebung des *Erzgebirges* zuzuschreiben, welche zu derselben Zeit Statt gefunden haben muss. Daher zeigen einige der *dicht* am Fusse des Erzgebirges hervortauchenden Partieen des unteren Sandsteins der Braunkohlenformation eine Aufrichtung ihrer Schichten bis zu 20 und 30°, wie besonders ausgezeichnet bei Klostergrab, Ossegg und Oberleutensdorf; auch liegt auf

dem Gipfel des Purberges bei Czernowitz eine Partie des quarzitähnlichen Sandsteins mehrere hundert Fuss hoch über der vorliegenden Oberfläche des Bassins.

Die Gliederung oder Lagerungsfolge der verschiedenen Gesteine der Braunkohlenformation scheint zwar noch nicht überall genau erforscht zu sein, dürfte sich aber meistentheils in der Weise herausstellen, dass mehr oder weniger mächtige Sandsteine die ganze Bildung eröffnen; diese unteren Sandsteine sind am Fusse des Erzgebirges, sowie im Elbthale, als dem tiefsten Durchschnitte des Bassins, von Aussig aufwärts, sehr gut zu beobachten. Ueber ihnen folgt die wichtige kohlenführende Etage, welche aus abwechselnden Schichten von Sandstein, Thon und Schieferthon (oft nur aus den beiden letzteren) nebst den eingeschalteten Braunkohlenflötzen besteht, und nicht selten wieder mit ziemlich mächtigen Sandsteinen zu Ende geht. Als das jüngste, schon in die Zeit der basaltischen Eruptionen fallende Glied ist wohl jenes, besonders auf dem rechten Elbufer bekannte, aus Basalttuffen mit eingelagerten Brandschiefern, Schieferthonen und schmalen Pechkohlenflötzen bestehende Schichtensystem zu betrachten. Noch müssen wir des Polirschiefers von Kutschlin, als einer zwar untergeordneten aber interessanten Bildung gedenken, welche zu den unteren Schichten der kohlenführenden Etage gehören dürfte.

Dieser Polirschiefer wurde in einem sehr kleinen Bassin abgelagert*), welches aber durch spätere Zerstörungen ganz unkenntlich geworden ist, so dass sein Ueberrest gegenwärtig auf der Höhe des sogenannten Tripelberges liegt, dessen oberste Kuppe aus Basalt besteht, während seine Basis von Gneiss und sein mittlerer Abhang von Pläner gebildet wird. Ueber diesem letzteren liegen zunächst gelbe oder gelblichgraue, schieferige Thone mit Gyps und Thoneisenstein, dann grünliche oder bräunliche Thone mit Süsswasserkalkstein; hierauf folgt der sogenannte Saugschiefer, ein fester, spröder, kieseliger, z. Th. in Halbopal übergehender Schiefer, und endlich der bekannte, gelblichweisse, sehr weiche und milde Polirschiefer, welcher sich ganz allmälig aus dem Saugschiefer herausbildet.

Der Polirschiefer von Kutschlin besteht bekanntlich aus Kieselpanzern von Diatomeen, sehr vorwaltend von *Gallionella distans*, zu welcher sich noch *G. varians*, *Navicula gracilis*, *N. scalprum*, *Synedra ulna*, *Podosphenia nana* und *Bacillaria vulgaris* gesellen. Ausserdem finden sich in den genannten Schichten und besonders im Saugschiefer sehr zahlreiche Pflanzenreste der kohlenführenden Etage, und ziemlich häufige Fischabdrücke, namentlich von *Perca uraschista Reuss*, *Aspius furcatus Mey.*, *A. elongatus Mey.* und *Cyclurus macrocephalus Reuss*.

Die Beantwortung der Frage, in welche Periode diese Braunkohlenformation des Teplitzer Beckens zu stellen sei, ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil uns bei Süsswasserbildungen überhaupt die organischen Ueberreste nicht immer ein ganz sicheres Anhalten gewähren, und weil die fast nur in Pflanzentheilen bestehenden Ueberreste dieses Beckens noch nicht hinreichend erforscht sind. Diese Pflanzenreste stammen aber grösstentheils aus den beiden kohlenführenden Etagen, welche einer und derselben, nämlich der miocänen Periode angehören dürften; was auch dadurch bestätigt wird, dass die weiter

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser wohl noch antebasaltischen Ablagerung gab Reuss in seinem Werke: Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, 1840, S. 182 ff.

unten aufgeführten postbasaltischen Bildungen in ihren Conchylien gleichfalls einen miocänen Charakter verrathen.

Was dagegen den unteren Sandstein betrifft, so würde derselbe noch in die oligocäne Periode gehören, dafern es nämlich erlaubt ist, ihn wegen der ganz ähnlichen Lagerung mit dem Sandsteine von Altsattel zu vergleichen, dessen Pflanzenreste ihn allerdings in diese Periode verweisen.

Sonach scheint es denn, dass am Ende der oligocänen und zum Anfange der miocänen Periode, im nordwestlichen Böhmen innerhalb einer Reihe von Süsswasserseen rein limnische Schichten abgesetzt wurden, während in Oesterreich, Mähren und Ungarn die marine und die brackische Gruppe der Miocänformation zur Ausbildung gelangten.

Die folgende Uebersicht einiger Pflanzen ist theils aus Heer's *Flora tertiaria Helvetiae*, theils aus Unger's *Synopsis plantarum fossilium*, theils aus den oben citirten Abhandlungen Jokély's entlehnt worden.

1) Aus dem unteren Sandsteine, in welchem bei Ossegg und Prosseln unbestimmbare Steinkerne einer *Anodonta* vorkommen, finde ich vom Purberge bei Czernowitz nur folgende Pflanzen aufgeführt: Blätter von *Dryandra acutiloba Sternb.* und *Salix angusta Braun*, sowie Zapfen von *Pinus ornata Brong.*, welche freilich nicht geeignet sind, ihn als oligocän zu charakterisiren.

2) Aus denen über der Braunkohle liegenden Schieferthonen und Sandsteinen bei Bilin sind vorzüglich zu nennen*):

| | |
|---|---|
| *Taxodium dubium Sternb.* | *Cinnamomum polymorphum Braun* |
| *Glyptostrobus europaeus Braun* | *Ficus tiliaefolia Braun* |
| *Araucarites Sternbergi Göpp.* | *Dryandra acutiloba Sternb.* |
| *Typha latissima Braun* | *Dryandroides lignitum Ung.* |
| *Liquidambar europaeum Braun* | . . . . . . . *basaltica Ung.* |
| *Populus latior Braun* | *Diospyros brachysepala Brong.* |
| *Salix angusta Braun.* | *Acer trilobatum Sternb.* |
| *Alnus gracilis Ung.* | . . . *tricuspidatum Braun* |
| . . . *Kefersteini Göpp.* | . . . *trifoliatum Braun* |
| *Quercus bilinica Ung.* | *Sapindus falcifolius Brong.* |
| *Fagus Feroniae Ung.* | . . . . . *dubius Ung.* |
| *Betula dryadum Brong.* | *Zizyphus tiliaefolius Ung.* |
| *Planera Ungeri Ett.* | *Rhamnus bilinica Ung.* |
| *Ulmus Bronni Ung.* | *Berchemia multinervis Brong.* |
| . . . *longifolia Ung.* | *Juglans bilinica Ung.* |
| *Cinnamomum Rossmaessleri Heer* | *Cassia hyperborea Ung.* |
| . . . . . . . *Scheuchzeri Heer* | . . . *ambigua Ung.* |

Constantin v. Ettingshausen gab im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 2, 1851, S. 151 eine allgemeine Aufzählung der in der Flora von Bilin vertretenen Pflanzen-Familien**).

---

*) Nach Reuss (Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, S. 81) finden sich die vielen Pflanzenreste bei Bilin über den Braunkohlenflötzen. Zincken führt in seinem Werke: Die Braunkohlen und ihre Verwendung, Bd. I, S. 113 noch viele andere Species auf, welche sich in der Sammlung des Schlosses zu Bilin vorfinden.

**) Während des Druckes dieses Bogens ersehe ich aus dem Anzeiger der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, 1865, S. 200 f., dass die längst ersehnte Arbeit Const. v. Ettingshausen's über die fossile Flora von Bilin nun endlich erschienen ist. Diese Flora enthält über 150 Arten, und zeigt die meiste Uebereinstimmung mit der Tertiärflora der Schweiz.

3) Aus den sogenannten Saazer Schichten nennt Jokély:

| | |
|---|---|
| *Taxodium dubium Sternb.* | *Populus mutabilis Heer* |
| *Glyptostrobus europaeus Braun* | *Salix angusta Braun* |
| *Carpinus betuloides Ung.* | *Dryandra acutiloba Sternb.* |
| *Ulmus minuta Göpp.* | *Zizyphus tiliaefolius Ung.* |
| *. . . . plurinervia Ung.* | *Acer trilobatum Sternb.* |

Diese von Jokély unter dem Namen der Saazer Schichten eingeführte und dem unteren Sandsteine gleichgestellte Etage, welche in der Gegend von Saaz sehr verbreitet ist und, bei 300 bis 400 Fuss Mächtigkeit, aus einer beständigen Wechsellagerung von Sand, Schieferthon und plastischem Thone besteht, dürfte wohl nur als eine, in diesem Theile des Bassins zu sehr mächtiger Ausbildung gelangte Facies der die kohlenführende Etage beginnenden Schichten zu betrachten sein*). An ihrer südlichen Gränze liegt sie von Lippenz bis Podersam unmittelbar auf der Kreideformation oder auf dem Rothliegenden, während sie nördlich von Saaz von den kohlenreichen Schichten bedeckt wird. Den wenigen bekannten Pflanzenresten zufolge würde sie kaum eine andere Deutung zulassen; denn dieselben Pflanzen finden sich auch bei Bilin über der Braunkohle.

4) Aus dem Basalttuffe bei Binowe führt Jokély auf:

| | |
|---|---|
| *Glyptostrobus europaeus Braun* | *Celastrus Andromedae Ung.* |
| *Podocarpus eocaenica Ung.* | *Juglans elaenoides Ung.* |
| *Carpinus grandis Ung.* | *. . . . latifolia Braun.* |
| *Populus mutabilis Heer* | |

5) In dem Basalttuffe von Waltsch fanden sich nach Jokély auf:

| | |
|---|---|
| *Astrophyllites charaeformis Göpp.* | *Pinus ornata Brong.* |
| *Pinites oviformis Endl.* | *Steinhauera oblonga Sternb.* |

und *Sargassites (?) Sternbergi Ung.*

2. Postbasaltische Bildungen.

Nachdem die Basalte und Phonolithe zur Eruption gelangt waren, wobei eine bedeutende Umgestaltung der Relief- und theilweise auch der Contourformen des Braunkohlenbassins Statt gefunden hatte, da wurden noch hier und dort, in kleinen isolirten Becken, verschiedene Süsswasserbildungen von beschränkter Ausdehnung abgesetzt, welche meist einen von der vorher gebildeten Braunkohlenformation sehr verschiedenen Charakter zeigen, dennoch aber der miocänen Periode angehören. Es sind diess diejenigen localen Bildungen, welche die postbasaltische Abtheilung der Tertiärformation des Teplitzer Beckens ausmachen Als die wichtigsten derselben sind die opalführenden Tuffe von Luschitz, sowie die Kalksteine von Kostenblatt, Waltsch, Tuchorschitz und Kolosoruk zu erwähnen.

*a.* Opalführende Tuffe von Luschitz**). Fast eine Meile südlich von Bilin, zwischen den Dörfern Luschitz, Schichow und Mireschowitz, liegen mitten zwischen Basaltbergen jedoch auf Pläner diese merkwürdigen Schichten, zu welchen der Basalt einen Theil des Materiales geliefert hat. Sie bestehen hauptsächlich aus deutlich geschichteten, weissen, gelben, grünen und braunen, kleinkörnigen Tuffen, welche zahlreiche dunkelbraune Glimmerschuppen und

*) Etwa derselben Schichten, welche bei Kutschlin über dem Pläner liegen.

**) Eine genaue Schilderung dieser Schichten findet sich in dem Werke von Reuss, Ueber die Umgebungen von Teplitz und Bilin, 1840, S. 188 ff.

sparsame Augitkrystalle umschliessen; am östlichen Ende des Luschitzer Thales gehen diese Tuffe in ein festes basaltisches Conglomerat, am westlichen Ende dagegen in ein dunkel schwärzlichgraues oder grünes, fast homogenes Gestein über. Sie enthalten oft Lagen von stängligem Calcit, ellipsoidische Massen eines festen, feinkörnigen, blaulichgrauen Mergelkalksteins, sowie zahlreiche, kleinere und grössere, bisweilen lachtergrosse Nester eines bunten Halbopals oder Menilites, von denen die kleineren allmälig in das Nebengestein verfliessen, während die grösseren mit einer polirschieferähnlichen Rinde umgeben sind.

Diese Kalksteine, noch mehr aber die Opale sind sehr reich an organischen Ueberresten, vorzüglich von Pflanzen, an Blättern und Hölzern von Dikotyledonen, Zweigen von Coniferen, verschiedenen Früchten und Samen, selbst an Blüthen. Auch finden sich zahlreiche Abdrücke eines Fisches, des *Leuciscus Colei Mey.*, Skelete von zwei Froscharten, der *Rana Luschitziana Mey.* und des *Asphaerion Reussi Mey.*, mehre Käfer und andere Insecten *).

*b.* Kalkstein von Kostenblatt. Oestlich von Bilin und südlich von Teplitz bei Kostenblatt befindet sich ein ringsum von Basaltbergen umschlossenes kleines Becken, in welchem besonders Kalksteine niedergelegt wurden. Vorwaltend ist ein gelblicher oder grauer, fester und feinkörniger, deutlich geschichteter, mitunter sogar dünnschieferiger, von vielen Kalkspathadern durchschwärmter Kalkstein, welcher bald in einen gelblichweissen erdigen Mergel, bald in einen röthlichweissen dichten Kalkstein verläuft. An der Ostseite des Berges Raudnai wird er von Streifen eines gelben, braunen oder schwärzlichen Hornsteins durchzogen, und endlich geht er in einen homogenen schwarzen Hornstein über.

An einer anderen Stelle liegt über basaltischem Conglomerate ein dunkelfarbiger bituminöser Kalkstein mit Steinkernen von *Limnaeus* **), *Planorbis* und *Cyclas*. Alle diese Kalksteine aber sind sehr reich an Blättern von Dikotyledonen, Coniferenzweigen und kleinen Samen. Am Abhange des Todtenberges findet sich auch ein grauer, kieselig-kalkiger, zum Theil in Halbopal übergehender Schiefer, welcher ausser Blattabdrücken auch Schuppen und Skelete von *Aspius furcatus Mey.* enthält.

*c.* Kalkstein von Waltsch. Dieser, am Galgenberge bei Waltsch liegende Kalkstein ist ausgezeichnet plattenförmig und schieferig, feinkörnig, gelb, wechselt mit Schichten eines kleinkörnigen, von braunen Glimmerschuppen erfüllten Basalttuffes, und enthält ausser mancherlei Pflanzenresten auch schöne Fischabdrücke, namentlich von *Leuciscus Stephani Mey.*, *L. Colei Mey.* und *Esox Waltschanus Mey.*

*d.* Kalkstein von Tuchorschitz. Derselbe erfüllt unweit Saaz, zwi-

---

*) Die Dekapoden, Fische, Batrachier und Säugethiere aus diesen Süsswasserschichten des Teplitzer Bassins beschrieb Hermann v. Meyer, in *Palaeontographica*, Bd. II, 1851, S. 43 ff., während die Conchylien von Reuss, ebendaselbst S. 16 ff. und in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 42, 1860, S. 55 ff. beschrieben und abgebildet wurden.

**) In früheren Capiteln haben wir *Limnaea* geschrieben; allein *Limnaeus* ist der ältere und daher wohl beizubehaltende Name.

schen Tuchorschitz und Grosslipen, eine kleine Mulde im Plänersandstein, und ist durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen. Er erscheint in der Tiefe als ein fester, dichter, isabellgelber bis gelblichbrauner, an Nestern und Adern von Kalkspath reicher, ganz oben aber als ein weicher, poröser und sinterähnlicher, gelblichweisser Kalkstein.

Jene unteren Schichten sind stellenweise sehr reich an Petrefacten, vorzüglich von Conchylien, unter denen sich als recht häufige Formen die folgenden bemerkbar machen:

*Helix obtusecarinata Sandb.*
* . . . *euglypha Reuss*
. . . *deflexa Braun*
. . . *Zippei Reuss*
* . . . *denudata Reuss*
. . . *osculum Thom.*
* . . . *semiplana Reuss*
* *Glandina Sandbergeri Thom.*
* . . . . . *oligostropha Reuss*
* *Bulimus complanatus Reuss*
*Clausilia vulgata Reuss*
* *Limnaeus subpalustris Thom.*
* *Planorbis declivis Braun*
* . . . . . *solidus Thom.*
* . . . . . *decussatus Reuss*
* *Cyclas pseudocornea Reuss*
* . . . *prominula Reuss*,

während viele andere Species weit seltener, ja theilweise sehr selten gefunden werden; die mit einem * bezeichneten Species kommen auch bei Kolosoruk und zum Theil bei Kostenblatt vor. In demselben Kalksteine finden sich auch, zugleich mit vielen unbestimmbaren Blattabdrücken, zwei Früchte, nämlich *Juglans dilatata Reuss* und *Pyronella lacunosa Reuss*.

*e.* Kalkstein von Kolosoruk. Bei Kolosoruk, südwestlich von Luschitz, findet sich über den Kohlenbrandgesteinen auf beschränktem Raume ein Süsswasserkalkstein, welcher theils nur einzelne Knollen innerhalb eines bräunlichen oder graulichen Mergels, theils zusammenhängende aber sehr zerklüftete und undeutlich geschichtete Massen bildet. Derselbe ist fest, dicht, homogen, gelb oder graulich, von vielen cylindrischen Hohlräumen durchzogen oder mit unregelmässigen Blasenräumen erfüllt; stellenweise geht er jedoch in einen weichen, erdigen, sehr porösen und sinterähnlichen Mergel über.

Der feste Kalkstein ist sehr reich an Conchylien, von denen *Planorbis declivis* besonders vorwaltet, nächstdem *Limnaeus subpalustris* recht häufig ist, während viele andere nur mehr oder weniger selten vorkommen. Von Pflanzenresten haben sich bis jetzt nur runde, schilfähnliche Stängel und einzelne Holzstücke gefunden.

Mit dem Kalksteine von Kolosoruk hängt die Mergel-Ablagerung von Püllna, Saidschiz und Sedlitz zusammen, in deren Gebiete die bekannten Bitterwasser vorkommen. Sie ist höchstens 30 Fuss mächtig, und besteht aus thonigen Mergeln, welche ausser zahllosen Basaltfragmenten auch Kalksteinknollen, Gypsnester, Pyritnieren, sowie Kugeln und Platten von Aragonit enthalten, übrigens noch mit den Sulphaten von Magnesia und Natron imprägnirt sind, durch deren Auslaugung das Bitterwasser entsteht.

Ueber das Alter dieser Süsswasserkalksteine bemerkt Reuss in Uebereinstimmung mit Sandberger, dass sie dem Landschneckenkalke von Hochheim im Mainzer Becken, zum Theil wohl auch dem dortigen Litorinellenkalksteine zu vergleichen sein dürften, und daher jedenfalls für miocän zu erklären sind. Der Charakter der kleinen Fauna ist vorherrschend mediterran, jedoch mit Beimengung einiger subtropischen Formen.

## §. 162. *Fortsetzung; Falkenauer Becken.*

Das grossentheils auf dem linken Ufer der Eger liegende Falkenauer Becken ist besonders im Egerthale selbst, aus der Gegend von Carlsbad über Elbogen und Falkenau bis nach Maria-Kulm sehr schön aufgeschlossen. Bei Carlsbad hat es noch eine geringe Breite; allein weiterhin dehnt es sich bis an den Fuss des Erzgebirges aus, so dass es bei Falkenau über eine Meile breit wird. Die beiden Städte Carlsbad und Elbogen liegen an seiner südlichen Gränze, schon im Gebiete des Granites. Aber auch südlich von Carlsbad, auf dem Plateau des dortigen Granitgebirges zwischen Carlsbad, Petschau und Buchau, erscheinen in unterbrochener Lagerung und auf bedeutender Höhe isolirte Partieen der Braunkohlenformation; gleichsam rückständige Lappen derselben, welche bei der, durch die Eruption des Duppauer Basaltgebirges verursachten Erhebung des Carlsbader Granites zugleich mit diesem weit über ihr ursprüngliches Niveau emporgedrängt, und durch spätere Abtragung und Erosion von einander getrennt worden sind.

Auch in diesem Becken *) lässt sich eine antebasaltische und eine postbasaltische Abtheilung der Tertiärformation unterscheiden, welche zwar beide im Allgemeinen den Charakter einer Braunkohlenbildung zeigen, dennoch aber gewisse Verschiedenheiten der Gesteine und der Lagerungsverhältnisse darbieten, welche ihre Unterscheidung auch da ermöglichen, wo die (überhaupt nur selten vorhandenen) basaltischen Zwischenglieder vermisst werden.

1. Antebasaltische Abtheilung. (Untere Braunkohlenformation.)

Die Gesteine dieser Abtheilung des Falkenauer Beckens sind grossentheils ähnlich denen der gleichnamigen Abtheilung des Teplitzer Beckens; wir finden nämlich abermals einen unteren Sandstein, über welchem Thone und Schieferthone liegen, welche beide, nebst einzelnen Lagen von Sand und Sandstein, die eigentliche Lagerstätte der Braunkohlenflötze bilden.

*a.* Unterer Sandstein. Ein meist fester, bisweilen lockerer, theils feinkörniger und oft quarzitähnlicher, theils grobkörniger bis conglomeratähnlicher Sandstein, von weisser, hellgrauer, oder gelblicher bis gelblichbrauner Farbe; bisweilen wird die Struktur porphyrartig durch eingesprengte grössere Quarzkörner von dunklerer Farbe, wie namentlich in den semikrystallinischen harten Varietäten. Die ziemlich mächtigen Schichten werden oft durch schmale

---

*) Ueber das Falkenauer Becken sind besonders nachzusehen: v. Cotta, in Rossmässler's Beiträgen zur Versteinerungskunde, 1840, S. 5—14, wo auch zuerst die Unterscheidung einer unteren und oberen Braunkohlenformation aufgestellt wurde; v. Hochstetter, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 7, 1856, S. 328, sowie dessen Werk, Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und Quellen, 1856, S. 84 ff.; Jokély, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 8, 1857, S. 492 ff.; Reuss, ebendaselbst Bd. 1, 1850, S. 692 ff., sowie in dem den deutschen Naturforschern gewidmeten Werke, Carlsbad, Marienbad, Franzensbad und ihre Umgebung, 1862, S. 38—48; und endlich Zincken, Die Braunkohle und ihre Verwendung, Bd. I, 1865, S. 460 ff.

Lagen eines feinkörnigen, glimmerigen und etwas schieferigen Sandsteins abgesondert; auch finden sich bisweilen Schichten von ganz losem Sande. Die sehr kieseligen, quarzit- oder hornsteinähnlichen Varietäten bilden oftmals nur ganz ungestaltete, bis lachtergrosse Concretionen, welche im weichen Sandsteine oder selbst im losen Sande stecken und, nach Fortspülung ihrer Umhüllung, als grosse isolirte Blöcke einzeln oder haufenweise auf der Erdoberfläche herumliegen *). Die Mächtigkeit dieser Sandstein-Etage dürfte bei Altsattel im Egerthale, wo sie am besten entblöst ist, 100 Fuss erreichen.

In der Gegend von Carlsbad (am Steinberge neben dem Schiesshause, am Glätschenberge über dem Wiesenthal und bei Fischern) ist der Sandstein gleichfalls sehr gut zu beobachten; wie er denn auch am Fusse des Erzgebirges, von Doglasgrün über Unter-Neugrün bis Boden, theils anstehend, theils in vielen zerstreuten Blöcken vorkommt, auch im Thale der Zwodau den Steinberg bei Davidsthal bildet. Die von Lanz und Löwenhof gegen Littmitz verbreiteten ähnlichen Gesteine dürften nach Reuss der oberen Abtheilung der Formation angehören.

Diese untere Sandstein-Etage ist stellenweise, wie z. B. bei Altsattel und Davidsthal sehr reich an Pflanzenresten, welche theilweise zuerst von Rossmässler **), dann von Unger und von Ettingshausen beschrieben und bestimmt worden sind. Es sind meist Blattabdrücke, zum Theil auch Coniferenzapfen, nebst grösseren und kleineren Fragmenten von verkieselten Hölzern und Hohlabdrücken verschiedener Pflanzenstängel und Wurzeln.

Das folgende Verzeichniss giebt eine Uebersicht der wichtigsten bei Altsattel gefundenen Formen.

| | |
|---|---|
| *Pinites hordeaceus Rossm.* | *Laurus acutangula Ett.* |
| . . . . *oviformis Endl.* | *Magnolia bohemica Ett.* |
| . . . . *ovatus Sternb.* | *Cinnamomum Rossmässleri Heer* |
| *Steinhauera subglobosa Sternb.* | . . . . . . . . *lanceolatum Heer* |
| *Peuce Hoedliana Ung.* | . . . . . . . . *polymorphum Heer* |
| *Culmites Göpperti Münst.* | *Dryandroides lignitum Ung.* |
| *Flabellaria Latania Rossm.* | . . . . . . . *banksiaefolia Ung.* |
| *Phoenicites salicifolia Ung.* | *Apocynophyllum latifolium Ett.* |
| . . . . . . *angustifolia Ung.* | *Olea borealis Ett.* |
| *Populus Leuce Ung.* | *Fraxinus ambigua Ett.* |
| *Salix arcinervia Web.* | *Myrtus bohemica Ett.* |
| *Carpinus grandis Ung.* | *Acer Hörnesi Ett.* |
| *Quercus furcinervis Rossm.* | *Rhamnus Rossmässleri Ung.* |
| . . . . *Apocynophyllum Ett.* | *Juglans Ungeri Heer* |
| *Ficus arcinervis Rossm.* | . . . . *costata Ung.* |
| . . . *laurogene Ett.* | *Cassia Berenices Ung.* |
| *Platanus sterculiaefolia Ett.* | . . . *hyperborea Ung.* |

*) Es sind diess die früher sogenannten Trappquarze, welche aber zu dem Trapp oder Basalte in gar keiner Beziehung stehen. Bei Schobrowitz unweit Carlsbad bilden dergleichen Blöcke nach v. Hochstetter ein wahres Felsenmeer; aber auch auf dem Plateau des Carlsbader Gebirges, am Veitsberge und bei Espenthor, finden sich ähnliche Blockablagerungen.

**) Beiträge zur Versteinerungskunde, 1840; die sehr naturgetreuen Bilder wurden durch eine Art von Naturselbstabdruck erhalten, wie er später in anderer Weise durch v. Ettingshausen so erfolgreich angewendet worden ist.

*Cassia ambigua Ung.* *Fasciculites didymosolen Cotta.*
*Chrysophyllum reticulosum Rossm.*

Vom Steinberge bei Davidsthal führt Jokély folgende Species auf:

*Cyperus Chavannesi Heer* *Quercus Charpentieri Heer*
*Taxodium dubium Sternb.* *Platanus aceroides Göpp.*
*Alnus gracilis Ung.* *Laurus princeps Heer*
*Ulmus plurinervia Ung.* *Cinnamomum Rossmässleri Heer*
*Carpinus grandis Ung.* . . . . . . . . *lanceolatum Heer*
*Quercus elaena Ung.* *Terminalia radobojensis Ung.*

Aus denen bei Altsattel vorkommenden Pflanzenresten ergiebt sich nach Heer, dass diese untere Sandstein-Etage der aquitanischen Stufe Karl Mayer's, also noch der oligocänen Periode angehört.

*b.* Braunkohlenführende Etage. Diese dem Sandsteine aufliegende Etage wird vorwaltend von verschiedenen Thonen und Schieferthonen, denen oft Schichten von weichem Sandstein, von Sand oder Geröll eingeschaltet sind, sowie von Braunkohlen gebildet.

Die Thone sind mehr oder weniger rein, bisweilen sehr rein und plastisch, zur Töpferei geeignet (Waldl, Kloben, Neugrün, Robesgrün), oder auch sandig und glimmerig, gewöhnlich grau, aber auch gelb, braun bis schwarz (Kohlenletten). Oft enthalten sie sehr viel Pyrit oder Markasit, welche theils in Krystallgruppen oder in kugeligen und knolligen Concretionen, theils eingesprengt in gleichmässiger Vertheilung, aber bisweilen so reichlich vorhanden sind, dass sie gewonnen und zur Darstellung von Schwefel, Schwefelsäure, Vitriol und Alaun benutzt werden; (Altsattel, Littmitz, Haberspirk, Münchhoff). Die Schieferthone scheinen seltener vorzukommen, sollen aber bisweilen viele Blattabdrücke und andere Pflanzenreste enthalten.

Kaolin oder Porcellanerde, durch Zersetzung des Granites entstanden und demselben unmittelbar aufliegend, bildet bei Zettlitz unweit Carlsbad eine 24 bis 48 Fuss mächtige Ablagerung, in welcher Pyritknollen und Hornsteinknauer als secundäre Bildungen vorkommen; auch bei Ober-Rohlau wird viel Kaolin gewonnen.

Kohlenbrandgesteine finden sich auch im Gebiete des Falkenauer Beckens; so z. B. bei Lessau an der Strasse von Carlsbad nach Schlackenwerth, nördlich von Zettlitz, bei Königswerth unterhalb Falkenau, am Steinberge bei Davidsthal, bei Zieditz und Maierhöfen.

Die Kohlenflötze bestehen meist aus einer compacten Braunkohle mit Zwischenlagen von Pechkohle und Faserkohle, bisweilen aus Glanzkohle, und sind oft reichlich mit Pyrit imprägnirt. Ihre gewöhnliche Mächtigkeit schwankt von 3 bis zu 20 Fuss; meist beträgt sie 5 bis 8 Fuss; in der Gegend von Haberspirk kennt man jedoch ein kiesreiches Flötz von 36 Fuss, und ein anderes, welches 60 bis 90 Fuss mächtig ist. Dergleichen Anschwellungen lassen vermuthen, dass die Flötze bisweilen aus aneinander gereihten Lenticularstöcken bestehen. Oft liegen 3 bis 4, durch mehr oder weniger mächtige Thonlagen getrennte Flötze über einander, während das oberste Flötz bisweilen noch von bedeutenden Schieferthon- oder Thonmassen bedeckt wird.

Die Gesammt-Mächtigkeit dieser Etage dürfte bis 120 Fuss betragen.

Die Pflanzenreste dieser Etage scheinen im Falkenauer Becken noch sehr wenig bekannt zu sein, denn ich habe in der mir zugänglichen Literatur nichts finden können, was mit Sicherheit hierher zu rechnen wäre. Dennoch ist man wohl der Lagerung zufolge berechtigt, diese Etage der gleichnamigen Etage des Teplitzer Bassins gleich zu stellen, und demnach für miocän zu halten.

Die Architektur und die Lagerung der ganzen unteren Abtheilung verweisen uns auf viele und bedeutende Störungen, denen sie nach ihrer Bildung unterworfen gewesen sein muss. Die Lagerungsform ist zwar im Allgemeinen eine muldenförmige; allein es finden sich vielorts theils an den Rändern, theils im Innern des Beckens sehr bedeutende Aufrichtungen und Verwerfungen der Schichten, deren Ursache wohl mit Recht in den Eruptionen des Duppauer Basaltgebirges gesucht wird, welche mit gewaltsamen und grossartigen Bewegungen der westlich angränzenden Regionen verbunden waren; mit Bewegungen, denen auch die Emportreibung des Carlsbader Granitgebirges und des ihm aufliegenden Theiles der unteren Braunkohlenformation zu grosser Höhe über das allgemeine Niveau des Beckens zugeschrieben werden muss*).

Nach Jokély schwankt die Neigung der Schichten gewöhnlich von 5 bis 20°; allein stellenweise wird sie viel grösser. Am unteren Ende von Carlsbad, im Hofe des Gasthauses zur Stadt Schneeberg, stehen die Schichten des Sandsteins unmittelbar vor dem Granite bis zu 80° aufgerichtet. Besonders der Kohlenbergbau hat viele Schichtenstörungen erkennen lassen; bei Haberspirk, Maierhöfen und Unter-Reichenau zeigen die Kohlenflötze eine Neigung von 15 bis 25°; bei Littengrün, Lauterbach und Davidsthal geht ihre Aufrichtung bis 30 und 40°, ja bei letzterem Orte stellenweise bis zu 45°.

2. Postbasaltische Abtheilung; (Obere Braunkohlenformation).

Nach der Bildung des Duppauer Basaltgebirges wurden in dem tieferen Theile des Falkenauer Beckens abermals sedimentäre Schichten abgesetzt, welche die jüngere oder postbasaltische Abtheilung der dortigen Braunkohlenformation bilden, und in diesem Becken auch wirklich reich an Braunkohlen sind, was in dem Teplitzer Becken nicht der Fall ist.

Dass aber diese Schichten wirklich erst nach den Basalt-Eruptionen gebildet wurden, diess ergiebt sich daraus, dass an manchen Stellen basaltische Gesteine zwischen ihnen und der unteren Braunkohlenformation abgelagert sind. Bei Königswerth unterhalb Falkenau liegt unter den dortigen Cypris-Schiefern und Kohlenbrandgesteinen ein Basaltconglomerat mit zahlreichen Brocken von Braunkohle, Sandstein und verkieseltem Holze. Ein ähnliches Conglomerat bildet südlich von Falkenau bei dem Dorfe Schäferei einen flachen Rücken über der unteren Braunkohlenformation. Bei Fischern unweit Carlsbad findet sich am Kappelberge der Ausstrich einer ausgedehnten Tuffablagerung, welche von dort aus nach Nordosten die jüngere Braunkohlenformation deutlich unterteuft; und ähnliche Lagerungsverhältnisse wiederholen sich noch an anderen Puncten.

---

*) F. v. Hochstetter und Jokély erklären diese Erscheinung durch eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne, indem sie das Becken ursprünglich in der Höhe des Carlsbader Granitgebirges voraussetzen, und dann ein Einsinken desselben bis zu seiner gegenwärtigen Tiefe annehmen.

Auch zeigt diese jüngere Abtheilung der Braunkohlenformation meist eine horizontale oder nur sehr wenig geneigte Schichtenlage, ohne jene Störungen der Architektur und Lagerung erkennen zu lassen, welche in der älteren Abtheilung so häufig zu beobachten sind.

Die obere Abtheilung der Braunkohlenformation wird im Falkenauer Becken vorwaltend von Schieferthonen und Thonen gebildet, denen nur selten Schichten von Sand und weichem Sandstein, aber recht mächtige Braunkohlenflötze eingeschaltet sind.

Die Schieferthone haben grossentheils eine von jener der unteren Schieferthone abweichende Beschaffenheit; sie sind asch-, gelblich- oder grünlichgrau, bisweilen auch braun, sehr dünnschieferig und an der Luft sich aufblätternd, bisweilen reich an Abdrücken einer kleinen Cypris (*Cypris angusta Reuss*) und an mancherlei anderen thierischen Ueberresten*). So erscheinen sie z. B. bei Königswerth, Zwodau, Lanz, Löwenhof und Grasset; ja bei den zuletzt genannten beiden Orten werden sie fast dysodylähnlich, und sind der Aufblätterung dermaassen unterworfen, dass sich die zähen Schieferlamellen wie die Blätter eines Buches oder einer Spielkarte von einander ablösen. An anderen Orten zeigen die Schieferthone die gewöhnliche Beschaffenheit. Bei Haberspirk enthält der Schieferthon ein paar Schichten von Kalkmergel; die mit ihm bisweilen wechselnden Sande und Sandsteine sind meist feinkörnig, weiss oder eisenschüssig.

Selten sind Quarzite; doch glaubt Reuss, dass das bei Löwenhof und Littmitz im aufgeschwemmten Lande vorkommende Gestein der Art aus der oberen Abtheilung der Formation stammt. Dasselbe ist ein meist hellfarbiger, selten braunrother oder schwärzlicher Hornstein, welcher in einzelnen Blöcken auftritt, und Wurzelstöcke von *Nymphaea Arethusae*, *Culmites Göpperti*, sowie unbestimmbare Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln enthält.

Die Thone sind meist grau, und mehr oder weniger rein, scheinen aber überhaupt eine mehr untergeordnete Rolle zu spielen, und nur nach oben eine grössere Bedeutung zu gewinnen. An vielen Orten nämlich, wie z. B. bei Kloben, Maierhöfen, Davidsthal, Haberspirk und Grasset, endigt diese Abtheilung mit grauen oder bräunlichen Thonen, welche zahllose Knollen von eisenschüssigem Sandstein, sowie Nieren von Thoneisenstein und thonigem Siderit enthalten.

Auch bei Putschirn, nordwestlich von Carlsbad findet sich ein eisenschüssiger Letten mit grossen Nestern von braunem Thoneisenstein, welche mit zahlreichen Blattabdrücken, mit Früchten von *Juglans*, Zapfen von Coniferen und mit anderen Pflanzentheilen erfüllt sind.

Die Kohlenflötze dieser Abtheilung bestehen nach Reuss theils aus Moorkohle, theils aus Lignit; nach Jokély sind es jedoch meist Lignitflötze, welche aber grossentheils recht mächtig werden. An den meisten Puncten, wo Kohlenbergbau getrieben wird, scheint nur ein Flötz bekannt zu sein, dessen Mächtigkeit sehr verschieden ist, wie z. B. bei Falkenau und Zwodau von 10

---

*) Es sind dieselben Schieferthone, welche auch im benachbarten Becken von Eger auftreten, und von Reuss Cyprisschiefer genannt werden.

bis 36 Fuss, bei Lauterbach 42, bei Haberspirk 62 und bei Davidsthal bis 72 Fuss. An letzterem Orte ist der über der Kohle liegende Schieferthon bis 60, an anderen Orten nur 20 oder 30 Fuss durchsunken worden.

Auch Kohlenbrandgesteine kommen im Gebiete der oberen Abtheilung vor, wie z. B. bei Haberspirk, wo sie durch Schieferthon von dem tiefer liegenden Lignitflötze getrennt werden; es muss also dort früher ein oberes Flötz existirt haben, welches durch Selbstentzündung verbrannt ist.

Ueber die Pflanzenreste dieser oberen Abtheilung des Falkenauer Beckens haben Reuss und Jokély einige Aufzeichnungen mitgetheilt, aus denen sich noch der miocäne Charakter der Flora erschliessen lässt; doch würden nach Heer die mit aufgeführten Früchte von *Podogonium Knorri* und die Blätter von *Pisonia lancifolia* schon auf ein sehr jugendliches, den Oeninger Schichten entsprechendes Alter der betreffenden Schieferthone verweisen.

Aus dem oberen Sandsteine und Thone bei Falkenau nennt Jokély:

| | |
|---|---|
| *Planera Ungeri Ett.* | *Cinnamomum Scheuchzeri Heer* |
| *Betula prisca Ett.* | *Juglans costata Ung.* |
| *Fagus Deucalionis Ung.* | . . . . *ventricosa Brong.* |

Aus dem Schieferthone von Grasset führt derselbe Beobachter an:

| | |
|---|---|
| *Pinites ambiguus Ung.* | *Sophora europaea Ung.* |
| . . . . *rigios Ung.* | *Sapotacites minor Ett.* |
| *Laurus primigenia Ung.* | *Cinnamomum polymorphum Heer* |
| *Bumelia Oreadum Ung.* | *Podogonium Knorri Braun* |
| *Celastrus Persei Ung.* | *Pisonia lancifolia Heer.* |
| *Eugenia Apollinis Ung.* | |

Reuss nennt aus dem Thoneisensteine von Putschirn Früchte von *Juglans*, von *Fagus Deucalionis* und *Steinhauera subglobosa*, auch Blätter von *Alnus Kefersteini*, sowie aus den Hornsteinen von Löwenhof und Littmitz *Nymphaea Arethusae* und *Culmites Göpperti.*

Die allgemeine Lagerung dieser oberen Braunkohlenformation ist flach muldenförmig, mit einem Einfallen der Schichten von 6 bis 12° gegen das Innere, wo sie meist horizontal oder unbestimmt schwebend liegen. Daher findet oft eine discordante Lagerung gegen die Schichten der unteren Braunkohlenformation Statt, von deren Dislocationen diese obere Abtheilung nicht mit betroffen worden ist, weil ja solche Dislocationen durch die mit den Basalt-Eruptionen verbundenen letzten Hebungen des Erzgebirges und des Carlsbader Gebirges hervorgebracht wurden, nach welchen erst die Bildung der oberen Braunkohlenformation ihren Anfang nahm.

Dass v. Hochstetter und Jokély statt dieser Hebung der genannten beiden Gebirge eine Senkung des mit der unteren Braunkohlenformation erfüllten Bassins annehmen, dies wurde bereits oben erwähnt. Wir glauben uns mit Reuss der gegentheiligen Ansicht anschliessen zu müssen.

### §. 463. *Fortsetzung; Egerer Becken.*

Westlich vom Falkenauer Becken, in dem Winkel zwischen dem Erzgebirge, Fichtelgebirge und Böhmerwald-Gebirge breitet sich das Tertiärbecken von Eger aus. Ein hoher, aus Glimmerschiefer bestehender, aber gegenwärtig bei

Maria-Kulm und Königsberg von der Eger durchbrochener Damm bildete schon ursprünglich die Gränze zwischen beiden Becken, und ragt noch jetzt bei Maria-Kulm mehr als 500 Fuss über der Eger auf.

Das Egerer Becken *) dehnt sich in nordsüdlicher Richtung aus der Gegend von Schönbach bis Alt-Kinsberg über 3 Meilen, und in ostwestlicher Richtung von Königsberg über Mühlbach bis nach Bayern hinein fast eben so weit aus. Die Stadt Eger liegt an seiner südwestlichen, die Stadt Königsberg an seiner östlichen Gränze, während Franzensbad, Trebendorf und Nebanitz ungefähr in seiner mittleren Region gelegen sind. Rings umgeben von älteren krystallinischen Silicatgesteinen erscheint es als ein flachhügeliges Terrain, mit einer mittleren Höhe von 1400 Fuss über dem Meeresspiegel, welches von der Eger mit mancherlei Windungen aber im Allgemeinen in westöstlicher Richtung durchschnitten wird. Basaltische Gesteine treten nirgends in seinem Gebiete auf; wohl aber liegt nahe an seiner Gränze zwischen Eger und Franzensbad der Kammerbühl, einer von den wenigen ächt vulcanischen Puncten in Mittel-Teutschland.

Auch in diesem Becken gruppiren sich die Schichten der Tertiärformation in eine untere und eine obere Abtheilung; der gewöhnliche Mangel an Entblösungen und Durchschnitten der unteren Schichten erschwert jedoch das genauere Studium ihrer Natur und Aufeinanderfolge, während die obere Abtheilung mit Sicherheit als das Aequivalent der gleichnamigen Abtheilung des Falkenauer Beckens erkannt worden ist.

1. Untere Abtheilung.

Der untere (oligocäne) Sandstein, welcher in den Becken von Teplitz und Falkenau als die Grundlage der eigentlichen Braunkohlenformation auftritt, scheint in dem Egerer Becken theils gänzlich zu fehlen, theils nur hier und dort an den Rändern desselben durch lockeren Quarzsand und durch vereinzelte Blöcke von Sandstein angezeigt zu sein. Doch ist dicht am nordwestlichen Rande, bei Tannenberg zwischen Franzensbrunn und Hasslau, der Sandstein in der grossen Mächtigkeit von 90 Fuss mit einer 30 Fuss mächtigen Thon-Einlagerung durchsunken worden **).

Auch die übrigen Glieder der unteren Abtheilung haben in dem Egerer Becken eine weit geringere Entwickelung gefunden, als in den beiden anderen Bassins. Doch lassen sich die unter den Cyprisschiefern liegenden plastischen und schieferigen Thone nebst den ihnen eingelagerten Braunkohlenflötzen wohl mit Recht als die Vertreter der unteren Braunkohlenformation betrachten.

---

*) Die neuesten und besten Mittheilungen über die Tertiärbildungen dieses Bassins gaben: Reuss, in einer Abhandlung über die geognostischen Verhältnisse des Egerer Bezirks (Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, 1852, S. 58 ff.) und in dem Werke: Carlsbad, Marienbad und Franzensbad, 1862, S. 50 ff., sowie Jokély im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 8, 1857, S. 466 ff. Auch gab Haidinger in den Abhandlungen der k. böhmischen Ges. der Wiss. vom Jahre 1839 Nachricht über das Vorkommen von Pflanzenresten in den Braunkohlengebilden des Elbogener Kreises.

**) Reuss, Abhandlung der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, S. 60.

Thon und Schieferthon. Ein mehr oder weniger zäher, bisweilen pyritreicher Thon, von meist grauer oder brauner aber auch weisser Farbe ist mehrorts als das Material der tieferen Schichten nachgewiesen worden. Oft sind ihm mächtige Lager von weissem oder gelbem Sande eingeschaltet, auch geht er nicht selten in einen mehr oder weniger sandigen oder glimmerigen Schieferthon über. Ob die Ablagerungen von plastischem Thone zwischen Steinhof, Kulsam, Lapitzfeld und Rolassengrün (südwestlich von Königsberg), sowie jene nordöstlich von Wildstein (am nordwestlichen Bassinrande), welche abgebaut werden, der unteren Abtheilung angehören, diess ist nach Reuss zwar wahrscheinlich, aber noch nicht ganz gewiss.

Die Braunkohlenflötze scheinen grösstentheils der unteren Abtheilung anzugehören, wie sich mit Jokély schon daraus schliessen lässt, das fast alle diejenigen Orte, wo man bis jetzt Braunkohle gefunden hat, nahe am Rande des Bassins liegen. Die Kohle selbst ist meist Moorkohle, von gelblichbrauner oder schwärzlichbrauner Farbe und erdiger oder compacter Beschaffenheit; seltener erscheint sie als Lignit*). Ueberhaupt aber sind bis jetzt nur an wenigen Orten bauwürdige Kohlenflötze gefunden, oder durch den Bergbau nachhaltig in Angriff genommen worden.

Bei Königsberg kennt man ein Lignitflötz von 30 Fuss Mächtigkeit, welches unmittelbar von Cyprisschiefern bedeckt wird, und daher möglicherweise in die obere Abtheilung gehören dürfte; bei Neukirchen ist ein 9 bis 12 Fuss starkes Lignitflötz und, 30 Fuss tiefer, ein 36 Fuss mächtiges Flötz von Moorkohle ersunken worden; das obere Flötz wird von den höher liegenden Cyprisschiefern durch 12 Fuss Sand und Thon getrennt. Auf dem Marktplatze in Eger ist ein fast 8 Fuss mächtiges Flötz erbohrt worden. Bei Zweifelsreuth unweit Neukirchen kamen in einem 18 Fuss mächtigen Kohlenflötze, ausser Pyritknollen und verkiestem Holze, auch Nester von Melanchym oder Pyropissit (Wachskohle) vor.

Von Pflanzenresten sind aus dieser Abtheilung der Formation noch sehr wenige bekannt worden; doch reichen sie hin, um zu beweisen, dass wir es auch hier mit einem Gliede der miocänen Formation zu thun haben. Aus dem sehr glimmerreichen Schieferthone vom Maierhofe Sorg, dicht an der nordwestlichen Gränze des Bassins, werden Blätter von *Cinnamomum Rossmässleri*, Zweige von *Taxodium dubium*, Früchte von *Amygdalus Hildegardis Ung.*, *Am. persicoides Ung.*, *Juglans ventricosa Brong.* und zwei Arten von Pinuszapfen genannt; aus dem Schieferthone von Krottensee (südlich von Königsberg) aber erwähnt Jokély *Pinites rigios Ung.*, *Alnus Kefersteini Göpp.* und *Cinnamomum Scheuchzeri Heer*. Auch bei Markhausen an der bayerischen Gränze liegen über dem sehr pyritreichen Lignitflötze graue Schieferthone mit Abdrücken von *Taxodium dubium* und von Dikotyledonen-Blättern, welche denen von Bilin zum Verwechseln ähnlich sind.

Obgleich die Lagerung dieser unteren Abtheilung im Allgemeinen eine flach muldenförmige ist, so kommen doch stellenweise Aufrichtungen der

*) Die Angaben hierüber stimmen nicht ganz überein; doch scheint der Lignit bisweilen, eben so wie in dem benachbarten Falkenauer Bassin, sehr vorzuwalten; vgl. Zincken, S. 459 f.

Schichten vor, welche beweisen dürften, dass auch das Egerer Bassin von jenen Bewegungen der äusseren Erdkruste ergriffen worden ist, die mit den Eruptionen der Basalte verbunden waren. Daher lässt sich denn auch hier diese Abtheilung der Braunkohlenformation als eine antebasaltische bezeichnen, obgleich sie nur an ihrer südlichen Gränze, bei Unter-Wildenhof (zwischen Alt-Kinsberg und Wies), mit den Basalten in unmittelbare Berührung gekommen ist*). Das wesentlich aus Geschieben von Quarz und Thonschiefer bestehende und von Brauneisenstein-Trümmern durchschwärmte Conglomerat bei Pograth, unweit Unter-Wildenhof, in welchem Gerölle eines schwarzen, olivinhaltigen Basaltes vorkommen, liefert das einzige Beispiel eines unzweifelhaft postbasaltischen Gesteins im Gebiete des Egerer Bassins**)

Die vorerwähnten Aufrichtungen der Schichten sind mehrorts, besonders am östlichen Rande des Beckens, durch den Bergbau nachgewiesen worden. So fällt bei Zweifelsreuth (östlich von Neukirchen) das Kohlenflötz steil gegen Westen; bei Klingen, westlich von Königsberg, beträgt die Neigung der Schichten 15 bis 20°, dicht bei Königsberg aber 30 bis 35° in West; bei Markhausen an der Eger, nahe der bayerischen Gränze, fallen die Schichten 25 bis 30° in Südwest.

2. Obere Abtheilung der Formation.

Diese Abtheilung wird in dem Egerer Becken ganz besonders durch die Cyprisschiefer und die mit ihnen verbundenen Lager von Kalkstein und Mergel charakterisirt, welche Gesteine vorzüglich in den mittleren Regionen des Bassins, östlich von Franzensbad und Eger, bei Trebendorf, Oberndorf, Tirschnitz, Dölitz und Treunitz sehr verbreitet, aber auch am östlichen Bassinrande bei Krottensee, Königsberg, Katzengrün und Neukirchen, sowie am westlichen Rande bei Sirmitz bekannt sind.

Die von Reuss, wegen des häufigen Vorkommens von *Cypris angusta* so benannten Cyprisschiefer sind meist asch-, gelblich- oder grünlichgraue, selten blauliche oder violette, sehr feine und homogene Schieferthone, welche im trocknen Zustande der Aufblätterung unterliegen, und mit den gleichnamigen Schiefern im westlichen Theile des Falkenauer Beckens gänzlich übereinstimmen***). Sie werden oft glimmerreich, enthalten aber auch häufig Quarzsand, dessen Körner sich stellenweise besonders auf den Schichtungsflächen anhäufen; von accessorischen Bestandtheilen sind kleine sternförmige Gruppen von Gypskrystallen, erbsen- bis haselnussgrosse Knollen von strahligem oder erdigem Vivianit, und auf Klüften Anflüge von Pyrit zu erwähnen. Nach unten gehen diese Schiefer in gewöhnlichen Schieferthon über, womit auch die Abdrücke der Cyprisschalen verschwinden.

Am besten aufgeschlossen sieht man diese Cyprisschiefer bei Krottensee, südlich von Königsberg, wo sie in einer nordwärts aufsteigenden Schrunde auf Sand-

*) Vergl. Jokély, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 7, 1856, S. 522.

**) Dieses Conglomerat beschrieb Reuss ausführlich in den Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, 1852, S. 66.

***) Auch die zähen Papierschiefer des Falkenauer Bassins finden sich sehr ausgezeichnet südlich von Katzengrün.

stein und Sand liegend 50 bis 60 Fuss mächtig entblösst sind; die obersten Schichten sind dort dermaassen mit Kieselsäure imprägnirt, dass sie endlich in einen krummschaligen Menilitschiefer mit schöner streifiger Farbenzeichnung übergehen.

Diesen Schiefern sind nun im mittleren Theile des Bassins, namentlich bei Trebendorf, Oberndorf, Tirschnitz und Dölitz, kalkige Gesteine eingelagert, welche bisweilen nur in einzelnen Knollen, gewöhnlich aber in stetig ausgedehnten Lagern von einigen Zoll bis zu 2 Fuss Mächtigkeit auftreten. Diese sich mehrfach wiederholenden Lager bestehen bald aus einem festen und dichten, gelblichen oder grauen, oft mit schwarzen Dendriten oder Anflügen von Manganoxyd versehenen Kalkstein; bald aus einem weichen, ähnlich gefärbten oder auch bräunlichem Mergel, welcher oft Knollen von festerem Kalkstein umschliesst. Beide Gesteine, besonders aber die Mergel, entfalten bisweilen eine feine oolithische Structur. Sie werden an mehren Orten theils über Tage theils unterirdisch abgebaut, und meist zur Verbesserung des Feldbodens benutzt.

Ob die dicht am südlichen Bassinrande, bei Konradsgrün, Klein- und Gross-Schüttüber und Leimbruck, in sandigen und thonigen Schichten theils nierenförmig, theils flötzweise vorkommenden Brauneisenerze und thonigen Siderite mit zu der oberen Abtheilung gehören, diess ist wohl noch zweifelhaft, obgleich die ähnlichen Eisenerz-Vorkommnisse des Falkenauer Beckens es wahrscheinlich machen, dass auch sie den Schluss der ganzen Formation bilden.

Braunkohlen scheinen in der oberen Abtheilung des Egerer Bassins nicht vorzukommen. Die Cyprisschiefer gehen nämlich nach unten in gemeine Schieferthone über, welche von Thon- und Sandschichten getragen werden, unter welchen endlich die Kohlenflötze liegen.

Von organischen Ueberresten sind in den Cyprisschiefern vor allen die Steinkerne und Abdrücke von *Cypris angusta* zu nennen, welche oft in grosser Menge auf den Spaltungsflächen vorkommen, bisweilen aber auch vereinzelt auftreten; ausser ihnen enthalten dieselben Schiefer auch Steinkerne von *Helix*, *Planorbis* und *Limnaeus*, Abdrücke von mancherlei Insecten und Fischreste, besonders von *Lebias Meyeri Ag.* und *Leuciscus Colei Mey.* Seltener finden sich Pflanzenreste, z. B. Blätter-Abdrücke von *Alnus Kefersteini*, *Cinnamomum polymorphum*, Nadeln von *Pinites rigios*, verkohlte Stängel und Holzfragmente.

In den Kalksteinen und Mergeln kommt *Cypris angusta* nur selten vor; dagegen trifft man häufig Schalen oder Kerne und Abdrücke von *Planorbis declivis Braun*, *Limnaeus subpalustris Thomae*, *Cyclostoma Rubeschi Reuss* und *Helix deflexa Braun*, sowie im Kalksteine zahlreiche Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln. Da die genannten Conchylien auch in den Kalksteinen der postbasaltischen Abtheilung des Teplitzer Beckens vorkommen, so ist wohl an der Gleichzeitigkeit aller dieser Kalksteine nicht zu zweifeln.

## Siebentes Kapitel.

## Tertiärbildungen im westlichen und nördlichen Teutschland.

### §. 464. *Das Tertiärbecken von Mainz.*

Grosse Aehnlichkeit mit dem Bassin von Wien zeigt das Tertiärbassin von **Mainz**, über welches besonders Fridolin Sandberger mehre treffliche Arbeiten veröffentlicht hat, aus denen wir die nachfolgende Darstellung entlehnen*).

Das Mainzer Bassin begreift dasjenige tertiäre Territorium, dessen westliche Gränze sich zu beiden Seiten des Rheins, von Landau längs der Haardt und des Hunsrücks bis Bingen, und von Geisenheim längs des Taunus bis in die Gegend von Giessen ausdehnt, während die östliche meist durch neuere Bildungen verdeckte Gränze auf dem rechten Rheinufer von Mannheim über Darmstadt nach Hanau, und von dort aus gegen Giessen läuft. Doch werden neuerdings die Gränzen dieses Bassins noch viel weiter gesteckt, indem man das ganze Rheinthal von Basel bis Bingen dazu rechnet, soweit solches von tertiären Bildungen erfüllt ist. Die mächtigen Braunkohlenlager der Wetterau, des Vogelsberges und auch die des Habichtswaldes gehören alle in den Bereich dieser Tertiärbildung.

Weinkauff bemerkt, dass die gewöhnliche Vorstellung von der Begränzung des Mainzer Bassins nicht genügend sei, und dass die Gebirge Taunus, Odenwald, Schwarzwald, Vogesen, Haardt und Hunsrück nur scheinbar die Ufergränzen desselben bestimmen, während die tertiären Schichten zum Theil hoch an diesen Gebirgen hinaufsteigen. Dieser Umstand sowie der Wechsel von marinen, brackischen und limnischen Schichten beweise, dass schon während der Bildung der dortigen Tertiärformation langsame locale Hebungen und Senkungen Statt gefunden haben müssen.

Es sind theils marine, theils brackische, theils limnische und fluviatile Schichten, aus welchen dieses Territorium zusammengesetzt ist, dessen ziemlich

---

*) Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken, 1853, und: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, Wiesbaden 1863. Schon früher gab Sandberger in seiner Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Herzogthum Nassau eine recht gute Beschreibung. Ferner sind als wichtige Arbeiten zu erwähnen: Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Grossherzogthum Hessen von Fr. Voltz, 1852, S. 19—65, und Walchner, Handbuch der Geognosie, 2. Aufl. I. Band, S. 1085 ff.; Weinkauff, im Neuen Jahrbuche f. Min. u. s. w. 1860, S. 177 ff. und 1865, S. 171 ff.; Ludwig, in *Palaeontographica*, V, 1858 und VIII, 1861, auch im Jahresberichte der Wetterauer Ges. für die gesammte Naturkunde, 1855, S, 1—81, im Siebenten Berichte der oberhess. Ges. für Natur- u. Heilkunde, 1859, S. 2 ff., im Texte zu den Sectionen Friedberg, Büdingen und Offenbach-Hanau der geognost. Karten des mittelrheinischen geol. Vereins, und im Neuen Jahrb. für Min., 1866, S. 59 ff.; endlich Dieffenbach, im Texte zur Section Giessen der genannten Karten. — Die Analogieen zwischen dem Mainzer und dem Wiener Becken wurden zuerst von Bronn erkannt, indem er die durch Kaup beschriebenen Säugethier-Reste aus der Gegend von Eppelsheim, sowie die damals bekannten Conchylien des Mainzer Beckens mit denen anderer Tertiärbecken verglich; vergl. *Bronn*'s Abhandlung im Neuen Jahrb. für Min., 1837, S. 158 ff.

complicirte Gliederung von Fridolin Sandberger zuletzt (1863) in folgendem Schema zu einer übersichtlichen Darstellung gebracht wurde.

*A.* Oligocäne Bildungen.

1. Meeressand von Weinheim, mit *Ostrea callifera* und *Natica crassatina.*
2. Septarienthon, mit *Leda Deshayesiana.*
3. Cyrenenmergel, mit *Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, C. margaritaceum.*

*B.* Miocäne Bildungen.

4. Blättersandstein.
4a Landschneckenkalk und Cerithienkalk.
5. Corbicula-Schichten, mit *Corbicula Faujasi.*
6. Litorinellenkalk, mit *Litorinella acuta.*
6a Blätterthon von Laubenheim.

*C.* Pliocäne Bildungen.

7. Knochensand von Eppelsheim.
8. Oberste Braunkohle.

*A.* Oligocäne Bildungen. Sie sind petrographisch vorzüglich durch Sand- und Thon-Ablagerungen ausgezeichnet, während Kalk nur ganz untergeordnet vorkommt.

Die untere Abtheilung der oligocänen Formation scheint im Mainzer Becken grösstentheils zu fehlen; man kennt sie nur an einzelnen Puncten im südlichen Theile desselben. Es gehören dahin folgende Bildungen: *a.* Die Braunkohlen und Süsswasserkalksteine bei Buchsweiler im Elsass und bei Malsch und Ubstadt in Baden, mit *Planorbis rotundatus, Pl. lens, Pl. oligyratus, Pl. elegans, Helix occlusa, H. vectensis, H. Urbani* u. a. auch im Bembridge-Kalkstein auf der Insel Wight bekannten Conchylien (vergl. eben S. 81); — *b.* Die Bohnerzbildung von Delsberg im Kanton Bern, sowie von Schliengen, Kandern und Auggen in Baden.

1. Meeressand. Bis jetzt nur an den Rändern des Hauptbeckens, nicht aber in der Wetterauer Bucht nachgewiesen, findet sich diese Etage bei Geisenheim, Johannisberg, Rüdesheim, Waldböckelheim, Kreuznach, Weinheim, Flonheim, Heppenheim und anderen Orten, in besonders grosser Mächtigkeit aber zwischen Kreuznach und Alzei. Sie hat eine sehr verschiedene petrographische Beschaffenheit, weil ihr Material überall von den zunächst anstehenden älteren Gesteinen abstammt. Bald ist es ein thoniger, bald ein eisenschüssiger Quarzsand oder ein Quarzconglomerat, bald ein kalkiger Sandstein, bisweilen Melaphyrtuff oder Porphyrgrus; bei Alzei, einem der reichsten Fundorte von Petrefacten, wechseln lose oder auch zu Sandstein verkittete Schichten eines rothen, gelben und grauen Sandes, in welchem Brocken von Melaphyr und Buntsandstein vorkommen; bei Eckelsheim erscheint ein feiner hellgrauer Sand mit kalkigem Bindemittel. An mehren Puncten, wie namentlich bei Kreuznach und Fürfeld, findet sich Baryt in Kugeln von mehren Zoll im Durchmesser, in plattenförmigen und ungestalteten Concretionen, ja sogar in ganzen Schichten eines durch Baryt gebundenen Sandsteins.

Die unterste Schicht ist überall eine Austernbank, höher aufwärts folgen viele andere Conchylien, von denen jedoch viele bis in die obersten Schichten hindurchgehen, weshalb denn eine weitere Gliederung des Meeressandes unstatthaft erscheint.

Von den 197 Conchylien, welche Sandberger aufführt, sind die folgenden besonders häufig:

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Ostrea cyathula Lam.* | *Lucina squamosa Lam.* |
| . . . . *callifera Lam.* | . . . . *tenuistria Héb.* |
| *Spondylus tenuispina Sandb.* | *Cardium tenuisulcatum Nyst* |
| *Pecten pictus Goldf.* | *Isocardia subtransversa Orb.* |
| *Perna Sandbergeri Desh.* | *Cyprina rotundata Braun* |
| *Pectunculus obovatus Lam.* | *Cytherea splendida Merian* |
| . . . . . . *angusticostatus Lam.* | . . . . . *incrassata Desh.* |
| *Nucula Greppini Desh.* | *Tellina Nystii Desh.* |
| *Cardita Omaliana Nyst* | *Corbula subpisum Orb.* |
| *Crassatella Bronni Merian* | *Panopaea Heberti Bosq.* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Dentalium Kickxii Nyst* | *Trochus rhenanus Merian* |
| *Voluta Rathieri Héb.* | *Calyptraea striatella Nyst* |
| *Tritonium flandricum Kon.* | *Cerithium plicatum Brug.* |
| *Natica crassatina Desh.* | . . . . . *lima Desh.* |
| . . . . *Nystii Orb.* | . . . . . *dentatum Defr.* |

Da nun von den 197 Species 59 auch im Sande von Fontainebleau, 45 in Limburg und 39 in der oligocänen Molasse Bayerns bekannt sind, so dürfte der oligocäne Charakter des Meeressandes ausser Zweifel gestellt sein; er ist in der That als das Aequivalent des Sandes von Fontainebleau zu betrachten.

Da seit der Erscheinung von Sandbergers Werk über die Conchylien des Mainzer Beckens noch manche Species gefunden worden sind, so gab Weinkauff im Jahre 1865 ein noch vollständigeres Verzeichniss mit 214 Species, von denen 71 auch in den *sables supérieurs* und 57 in Limburg vorkommen, wodurch die obige Folgerung vollkommen bestätigt wird*).

Ausserdem kennt man noch eine *Balanus*, 8 Crustaceen, 3 Radiaten, etwa 20 Korallen, einige Foraminiferen, 6 Fische und von Säugethieren besonders Reste der *Halianassa Collinii*. Reuss bestimmte aus dem Meeressande von Weinheim und Kreuznach folgende 6 neue Korallen-Species:

| | |
|---|---|
| *Cyathina brevis* | *Balanophyllia sinuata* |
| *Coenocyathus costulatus* | . . . . . . . . *inaequidens* |
| *Placopsammia dichotoma* | . . . . . . . . *fascicularis* |

in Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 35, 1859, S. 479 ff. Einige Foraminiferen, Bryozoën und Entomostraceen beschrieb Derselbe im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 670 ff.

2. Septarienthon. Den ersten Aufschluss über das Vorkommen dieses (im nördlichen Teutschland so wichtigen) Gliedes der Oligocänformation auch im Gebiete des Mainzer Beckens, lieferte der von Weinkauff beschriebene**) Einschnitt der Nahe-Bahn bei Kreuznach. Derselbe Beobachter hat jedoch später den Septarienthon noch bei Stromberg, Windesheim, Langenlonsheim und Planig

*) Neues Jahrbuch für Min. 1865, S. 188.

**) Neues Jahrbuch der Min. 1860, S. 177 ff.

anstehend gefunden; an anderen Orten ist er durch Brunnengrabungen nachgewiesen worden, und so kennt man ihn bei Volksheim, einschliesslich des weiter unten zu erwähnenden grünen Thones, 109 Fuss mächtig, bei Flonheim bis zu 200 Fuss Tiefe.

Der Septarienthon des Mainzer Beckens ist ein mehr oder weniger plastischer Thon von schwärzlicher, grauer, bläulicher oder gelber Farbe, welcher Kalkstein-Septarien, Thoneisenstein-Nieren, auch Krystallgruppen von Gyps und Eisenkies enthält. Ueberall unmittelbar dem Grundgebirge als tiefste Schicht aufliegend scheint er nach Weinkauff eine mit dem Meeressande gleichzeitige Bildung zu sein, indem dieser nahe am Ufer abgesetzt wurde, während sich der Thon im tieferen Wasser ablagerte.

Von den 43 Conchylienspecies, welche Weinkauff anführt, sind 34 auch im nordteutschen Septarienthone bekannt, so dass an der Identität mit diesem gar nicht gezweifelt werden kann; auch wird solche nach Reuss durch die Foraminiferen des Septarienthones von Kreuznach und Offenbach bestätigt*).

Die häufigsten und daher wichtigsten dieser Conchylien sind nach Sandberger und Weinkauff die folgenden:

*Leda Deshayesiana Duch.*
*Nucula Chastelii Nyst*
*Corbula subpisiformis Sandb.*
*Cancellaria evulsa Sow.*
. . . . . . *granulata Nyst*
*Pleurotoma Selysii Kon.*
. . . . . . *subdenticulata Münst.*
*Tornatella globosa Beyr.*
*Fusus multisulcatus Beyr.*
. . . *elongatus Nyst*
*Cassidaria depressa Buch*
*Chenopus speciosus Schl.*
*Natica hantoniensis Sow.*
. . . . *Nystii Orb.*
*Calyptraea striatella Nyst*
*Dentalium Kickxii Nyst.*

Mit dem Meeressande hat dieser Septarienthon 28 Species gemein, gerade so, wie in Belgien der Thon von Boom etwas über die Hälfte seiner Fossilien mit dem Sande von Klein-Spauwen gemeinschaftlich besitzt; man kann daher füglich den Meeressand für eine mit dem Thone, als einer Tiefenbildung, gleichzeitige Uferbildung erklären.

Reuss hat aus diesem Septarienthone 120 Foraminiferen bestimmt, welche von denen des Meeressandes wesentlich verschieden und daher für die Charakterisirung dieser Etage fast noch wichtiger sind, als die Mollusken; als die häufigsten dieser Foraminiferen erscheinen bei Offenbach:

*Triloculina enoplostoma*
. . . . . . *circularis*
*Quinqueloculina impressa*
*Dentalina consobrina*
*Sphaeroidina variabilis*
*Textilaria attenuata*
*Rotalia Girardana*
. . . . *Ungeriana*

fast alle Species sind identisch mit denen des Septarienthons von Kreuznach, Hermsdorf, Freienwalde, Pietzpuhl. Bei Nierstein findet sich auch eine *Creseis*, welche eine ganze Gesteinsbank erfüllt. Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wiss. in Wien, Bd. 48, 1863.

Weinkauff unterscheidet noch einen grünen Meeresthon, welcher in sehr naher Beziehung zu dem Septarienthone steht, ihm meist aufgelagert ist, aber auch oft unmittelbar auf dem Grundgebirge liegt. Derselbe erscheint als

*) Ludwig erklärte sich gegen die Anerkennung dieser Identität, im Neuen Jahrb. für Min. 1864, S. 218, und im Texte zur Section Darmstadt, S. 23.

ein gewöhnlich grüner, selten graulicher oder gelblicher Letten, in welchem hier und da marine Conchylien, Haifischzähne und Foraminiferen vorkommen; er ist an vielen Puncten bei Kreuznach, Flonheim, Weinheim u. s. w. nachgewiesen, steht aber nur an einigen Stellen bei Kreuznach, Winzenheim und Langenlonsheim zu Tage an. Man kennt aus ihm

| | |
|---|---|
| *Pleurotoma belgica Kon.* | *Cyprina rotundata Braun* |
| *Natica Nystii Orb.* | *Nucula Greppini Desh.* |
| *Cytherea subarata Sandb.* | *Isocardia subtransversa*; |

die Fischzähne sind identisch mit denen des Meeressandes. Vielleicht ist dieser Thon mit dem Septarienthone zu vereinigen.

Anmerk. Zwischen den Septarienthon und die Cyrenenmergel schaltet Weinkauff noch folgende zwei Glieder ein, welche gewöhnlich zu diesen Mergeln gerechnet werden.

*a.* Die *Chenopus*-Schichten; nach unten ein schmutzig-grünlichgrauer Mergel mit *Perna Sandbergeri* und *Ostrea callifera*; darüber ein graulichgelber feiner Sand mit *Chenopus tridactylus* und anderen Gastropoden; und endlich eine fast nur aus Schalen uud Fragmenten von *Pectunculus crassus* und *Cytherea subarata* bestehende Schicht. Ueberall, wo die Verhältnisse sichtbar sind, liegen diese Schichten unmittelbar über dem grünen Meeresthone. Weinkauff führt aus ihnen 40 Species (darunter 25 des Meeressandes) auf, und glaubt sie als einen oberen Meeressand von dem unteren Sande eben so, wie von den Cyrenenmergeln trennen zu müssen.

*b.* Schicht mit *Cerithium plicatum*, *Var. papillatum.* Sie findet sich bei Hackenheim und Weinheim, und besteht fast nur aus Conchylien-Schutt, zum Theil mit schmutziggelbem Sande. Unter den 37 aufgeführten Conchylien sind, ausser dem *Cerithium plicatum*, noch *C. Lamarcki*, *Nematura pupa*, *Corbulomya crassa*, *Cytherea subarata*, *Mytilus acutirostris* und *Ostrea cyathula* besonders häufig.

So weit die Beobachtungen reichen, scheinen sich diese beiden Glieder gegenseitig zu vertreten, indem sie beide unmittelbar dem grünen Thone aufliegen.

3. Cyrenenmergel. Diese Etage ist, mit Ausnahme des nördlichsten Theiles des Bassins, überall vorhanden, und besitzt eine sehr verschiedene, in Rheinhessen aber mitunter eine recht grosse Mächtigkeit. Ihre petrographische Beschaffenheit ist sehr wechselnd, so dass die bathrologische Identität der verschiedenen Sand-, Letten- und Mergelschichten nur an den Leitfossilien erkannt werden kann. Bald sind es grünliche, graue oder gelbe, mehr oder weniger plastische, oft aber auch sandige Thone, mit eingeschalteten kohligen Schichten, welche meist auch Süsswasserschnecken enthalten; bald sind es feste Kalksteine, wie bei Alzei und Bornheim; anderwärts erscheint ein Kalksand (Sommerberg), oder ein wahrer Muschelsand (Sulzheim). Im Allgemeinen ist es ein Wechsel von Thon, sandigen Mergeln, Sanden und kohligen Schichten, deren einige mehr oder weniger reich an organischen Ueberresten sind, während sich andere arm oder leer daran erweisen. Wichtig ist das erste Auftreten von Braunkohlen, welche an vielen Orten, z. B. bei Hallgarten, Ingelheim, Hochheim, Hanau, Lobsann, Hessenbrück, Salzhausen bekannt und bisweilen recht mächtig sind. Bei Hochstadt unweit Hanau sowie bei Eckardtroth unweit Schlüchtern kommen in den Thonen dieser Etage ausser Braunkohlen auch Kalkstein-Nieren oder Septarien vor. Bei Oestrich werden die Braunkohlenlager von Gyps begleitet; noch wichtiger aber ist daselbst das Vorkommen von zwei,

durch eine Lettenschicht getrennten und bis 1½ Fuss mächtigen thonigen Sideritlagern, welche zum Theil ganz erfüllt sind mit *Cyrena semistriata* und *Cerithium margaritaceum*. Auch die Eisensteine von Mardorf gehören hierher.

Die Cyrenenmergel erlangen nicht nur wegen ihrer ausserordentlichen Verbreitung, sondern auch deshalb eine grosse Bedeutung, weil sich in ihnen das Ende der rein marinen, und der Anfang der brackischen Bildungen zu erkennen giebt. In der That sind sie grossentheils als Sedimente aus brackischem Wasser charakterisirt, da *Cyrena semistriata* und Cerithien aus der Familie der Potamiden bei weitem am häufigsten vorkommen. Zahlreiche Litorinellen und andere, hier und da erscheinende Süsswasser-Conchylien beweisen aber, dass allmälig und stellenweise auch süsses Wasser in das Bassin eindrang.

Zu den häufiger vorkommenden Conchylien dieser Etage gehören nach Sandberger die folgenden*) Species:

Conchiferen.

*Ostrea callifera Lam.*
. . . . *cyathula Lam.*
*Perna Sandbergeri Desh.*
*Pectunculus obovatus Lam.*
*Nucula piligera Sandb.*
*Poronia (Kellya) rosea Sandb.*
*Cardium scobinula Merian*
*Cyrena semistriata Desh.*
*Cytherea subarata Sandb.*
. . . . . *incrassata Sow.*

Gastropoden.

*Pleurotoma belgica Goldf.*
*Buccinum cassidaria Bronn*
*Murex conspicuus Braun*
*Chenopus tridactylus Braun*
*Natica Nystii Orb.*
*Cerithium plicatum var. Galeotti*
. . . . . *Lamarcki Brong.*
. . . . . *margaritaceum Brong.*
*Nematura pupa Nyst*
*Litorinella acuta Drap.*

Foraminiferen erscheinen nur selten, während die Zähne von *Lamna acuminata* und *L. contortidens* auch hier noch häufig sind. Von Säugethieren ist besonder *Anthracotherium alsaticum* zu erwähnen.

*B.* Miocäne Bildungen. Ueber dem Cyrenenmergel liegen an verschiedenen Stellen des Bassins sehr verschiedenartige Gesteine. Im äussersten Westen ist es ein reiner Süsswasser-Kalkstein oder auch Dolomit; weiter abwärts am Rheine ein brackischer Cerithien-Kalkstein oder Sand, welchem eine an Arten sehr reiche Bank von Landschneckenkalkstein eingelagert ist; an vielen Stellen der Wetterauer Seitenbucht endlich ist es Conglomerat, Sandstein mit Blätterabdrücken oder Sand. Da alle diese verschiedenen Gesteine den Cyrenenmergeln aufgelagert sind, und von den Schichten mit *Corbicula Faujasii* bedeckt werden, so sind sie wohl nur als verschiedene Facies einer und derselben gleichzeitigen Bildung zu betrachten. Ueber den Corbiculaschichten treten noch die Litorinellen-Kalksteine und die mit ihnen verbundenen Thone und Braunkohlen auf.

1. Blättersandstein. Diese Bildung findet sich besonders mächtig und verbreitet in der Wetterau von Münzenberg bis Nauheim. Nach unten besteht

*) Nach Weinkauff würden *Perna Sandbergeri* und einige andere Formen auszuscheiden sein, weil solche denjenigen Schichten angehören, welche er als selbständige Glieder von den Cyrenenmergeln trennt.

sie gewöhnlich aus einem sehr festen und compacten Conglomerate von dunkelbrauner Farbe; darüber liegt ein meist roth gefärbter Sandstein, welcher stellenweise, wie bei Münzenberg, von einigen Hornstein- oder Jaspisschichten unterteuft wird, und dort auf seinen Klüften Barytkrystalle enthält, die nicht selten ganz mit Sand bedeckt und imprägnirt sind, wie denn überhaupt Baryt in diesem Sandsteine sehr häufig vorkommt; endlich folgt ein fast dichter, oft schieferiger buntfarbiger Sandstein, in welchem die meisten Pflanzenreste vorkommen*). Bei Osthofen in Rheinhessen ist diese Etage über 250 Fuss mächtig; überall aber wird sie in einzelnen Schichten durch zahlreiche Abdrücke von Blättern charakterisirt.

Besonders bei Münzenberg kommen nach Ludwig die folgenden Blätter nicht selten vor:

| | |
|---|---|
| *Culmites Göpperti Münst.* | *Quercus Meyeri Ludw.* |
| *Phragmites oeningensis Braun* | *Ulmus plurinervia Ung.* |
| *Physagenia Parlatorii Heer* | *Planera Ungeri Ett.* |
| *Sabal major Ung.* | *Cinnamomum Scheuchzeri Heer* |
| *Myrica Ungeri Heer* | ....... *polymorphum Braun* |
| *Carpinus grandis Ung.* | ....... *lanceolatum Ung.*, |

ebendaselbst ist eine dunkelrothe Schicht reich an Abdrücken von *Cyrena* und *Unio.*

Ein vollständiges Verzeichniss der Blatt-Einschlüsse, sowie eine ausführliche Beschreibung des Blättersandsteins gab Dieffenbach, im Texte zur Section Giessen der Karten des mittelrheinischen geologischen Vereines, S. 65 ff. Theobald zeigte, dass der, dem Münzenberger ganz ähnliche Blättersandstein an der sogenannten hohen Strasse zwischen Hanau und Frankfurt entschieden unter dem Cerithienkalksteine liegt, und folglich älter ist als dieser, während ihm früher eine weit höhere Stellung angewiesen wurde. Jahresbericht der Wetterauer Ges. für die ges. Naturkunde, 1855, S. 83 f. Die Sandsteine von Münzenberg, Rockenberg und Seckbach sind nach Ludwig und Sandberger jedenfalls an der Mündung eines Flusses abgesetzt worden, und greifen gegen Hochheim hin in die kalkigen und mergeligen Gesteine ein.

4. Cerithienkalkstein und Landschneckenkalk.

Der Cerithienkalk kommt im Mainzer Becken in grosser Ausdehnung vor; als ein rein kalkiges Gestein in seiner typischen Form erscheint er überall in Rheinhessen, bei Nierstein, Oppenheim, Oberolm und von dort bis zur rheinbayerischen Gränze bei Landau; bei Hochheim zeigen sich die ersten Spuren einer Beimengung von Quarzkörnern, und bei Hanau ist der Quarzsand so überwiegend, dass dort der Name Cerithiensand mehr gerechtfertigt erscheint. Dabei bleiben jedoch die Fossilien dieselben, obgleich solche im reinen Sande nur selten vorkommen.

Als die wichtigsten Conchylien führt Sandberger die folgenden Species auf:

| | |
|---|---|
| *Perna Sandbergeri Desh.* **) | *Mytilus Faujasii Brong.* |
| *Modiola angusta Braun* | .... *socialis Braun* |

---

*) Ludwig hält dieses harte schieferige Gestein für gebrannten Thonstein, welcher seine jetzige Beschaffenheit wahrscheinlich einem ausgedehnten Erdbrande zu verdanken habe. Uebrigens rechnet er den Blättersandstein noch zur oligocänen Formation. *Palaeontographica*, Bd. VIII, S. 41 f.

**) Nach Ludwig soll jedoch die im Cerithienkalke und Sande der Wetterau sehr häufig

| | |
|---|---|
| *Pisidium antiquum Braun* | *Cerithium Rahtii Braun* |
| *Cytherea incrassata Sow.* | ...... *plicatum, var. pustulatum* |
| *Corbulomya sphenioides Sandb.* | ...... *Lamarckii Desh.* |
| *Stenomphalus cancellatus Sandb.* | ...... *submargaritaceum Braun* |
| *Nerita rhenana Thomae* | *Litorinella obtusa Sandb.* |
| *Litorina moguntina Braun* | ...... *acuta Drap.* |

Diese Fauna, welche übrigens noch 8 Species mit dem Cyrenenmergel und 3 Species mit dem Meeressande gemein hat, zeigt noch ganz entschieden einen brackischen Charakter, wie schon das Vorherrschen der Cerithien beweist. Bei Hanau kommen in der sandigen Facies auch Abdrücke von Blättern vor.

Der Landschneckenkalk, welcher besonders durch viele Species von *Helix* und *Pupa* ausgezeichnet wird, ist eine nur hier und da entwickelte locale Ablagerung, welche als ein dem Cerithienkalke untergeordnetes, oder auch denselben vertretendes Glied auftritt; er gewinnt nur bei Hochheim und bei Ilbesheim (in Rheinbayern) eine grössere Mächtigkeit, und enthält stellenweise die folgenden Conchylien in grosser Menge:

| | |
|---|---|
| *Cyclostoma bisulcatum Ziet.* | *Glandina Sandbergeri Thomae* |
| *Helix subverticillus Sandb.* | *Pupa quadricarinata Braun* |
| ... *osculum Thomae* | ... *subtilissima Braun* |
| ... *oxystoma Thomae* | ... *suturalis Braun* |
| ... *deflexa Braun* | ... *tiarula Braun* |
| ... *uniplicata Braun* | *Carychium nanum Sandb.* |
| ... *Ramondi Brong.* | *Planorbis solidus Thomae.* |

Von Wirbelthieren sind besonders *Microtherium* und *Palaeomeryx* zu erwähnen, deren Knochen oft trefflich erhalten vorkommen.

5. Corbicula-Schichten. Unter diesem Namen fasst Sandberger jene, früher von ihm mit dem Litorinellenkalke vereinigten Schichten von Kalkstein, Mergel und Thon zusammen, welche besonders durch das massenhafte Vorkommen von *Corbicula Faujasii* charakterisirt sind, und am westlichen Ende des Bassins, in der Gegend von Kreuznach unmittelbar auf dem Landschneckenkalke, bei Kleinkarben, Oppenheim, Weissenau und Neustadt auf dem Cerithienkalke, bei Münzenberg auf dem Blättersandsteine liegen*). Nach Weinkauff sind diese Schichten auf den Höhen der hessischen Pfalz sehr verbreitet; sie liegen dort meist unbedeckt, und bestehen aus wechsellagerndem Kalkstein und Kalksand, welche beide reich an Fossilien sind. In der Gegend von Frankfurt und Hanau, sowie bei Oppenheim, Nierstein, Laubenheim, Weissenau und Ingelheim walten meist grünliche oder gelbe Kalksteine vor, mit *Corbicula Faujasii* und *Litorinella inflata*.

Sandberger führt überhaupt nur 16 Species auf, von denen als besonders häufige die folgenden zu erwähnen sind:

| | |
|---|---|
| *Corbicula Faujasii Desh.* | *Cerithium margaritaceum Brong.* |
| *Tichogonia Brardii Brong.* | ..... *plicatum (var. pustulatum)* |
| *Mytilus Faujasii Brong.* | *Litorinella inflata Bronn;* |

---

und zum Th. bankweise auftretende grosse *Perna*, nicht *P. Sandbergeri*, sondern *P. Soldanii* Braun sein.

*) Ludwig erklärt sich gegen die Selbständigkeit dieser Schichten, während Weinkauff solche anerkennt.

4 Species sind schon im Cerithienkalkstein bekannt, während 9 auch im L rinellenkalksteine vorkommen.

6. Litorinellenkalkstein. Er bildet die ausgedehnteste und, Ausnahme des Cyrenenmergels, auch die mächtigste Etage des Mainzer Bass welche noch dadurch eine besondere Wichtigkeit erlangt, dass sie in de nördlichen Regionen nach oben mit bedeutenden Thon- und Braunkohl lagern verbunden ist. Sie besteht wesentlich aus theils graulichweissen, th gelben oder bräunlichen, bald harten, bald weichen, nach unten dickschicht nach oben plattenförmigen Kalksteinen, aus grünlichgrauem Mergel und Letten. Die Kalksteine werden oft fast nur von Schalen der kleinen *Litorin acuta* gebildet, und erscheinen dann als wahrhaft zoogene Gesteine. In Rh hessen umschliesst die obere Abtheilung bedeutende Ablagerungen von Boh erz, auch ist der Kalkstein selbst oft reichlich mit Eisenoxydhydrat imprägn bei Kleinkarben aber kommen grünliche Knollen von dichtem Cölestin Als einige besonders lehrreiche Localitäten für das Vorkommen dieser E nennt Sandberger das Mühlthal bei Wiesbaden, Kastel, Kästrich bei Ma Birgel bei Offenbach, Bönstadt bei Friedberg, Oppenheim und Forst in der Pf

Als die häufigsten organischen Ueberreste sind etwa die folgenden zu wähnen:

| | |
|---|---|
| *Tichogonia* *) *Brardi Brong.* | *Limnaeus pachygaster Thomae* |
| *Mytilus Faujasii Brong.* | *Carychium antiquum Braun* |
| *Neritina fluviatilis Lam.* | *Clausilia bulimiformis Sandb.* |
| *Melanopsis callosa Braun* | *Pupa quadrigranata Braun* |
| *Litorinella acuta Drap.* | *Glandina lubricella Braun* |
| *Paludina pachystoma Sandb.* | *Helix moguntina Desh.* |
| *Planorbis solidus Thomae* | . . . *involuta Thomae* |
| . . . . . *declivis Braun* | . . . *pulchella Müll.* |

Die kleine Litorinella bildet millionenweise angehäuft ganze Schichten; a *Tichogonia* und *Mytilus* kommen massenhaft vor; *Cypris faba* findet sich ebe häufig. Von Wirbelthieren sind namentlich *Palaeomeryx*, *Microtherium* und *Hi therium* zu nennen; am Kästrich bei Mainz und bei Weissenau sind ganze B erfüllt mit Resten dieser und anderer Säugethiere, sowie mit Resten von Repti und Fischen. — Die grösste paläontologische Uebereinstimmung findet mit Kalken Württembergs, und noch eine sehr grosse mit den Süsswasserkalken nördlichen Böhmen Statt; weniger nahe stehen gewisse Schichten des Wi Bassins.

6ª Braunkohlenletten. Mit der oberen Abtheilung des Litorinell kalkes stehen auch die Thone und Braunkohlen der Wetterau und des Vog gebirges in Verbindung. In Rheinhessen und bei Wiesbaden fehlen die Bra kohlen gänzlich, und die obere Abtheilung des Litorinellenkalkes wird theils von plattenförmigen gelben Kalksteinen, theils von Thon mit Bohn gebildet. Doch finden sich schon mancherlei Pflanzenreste, als Blätter, Frü und Hölzer ein. Das erste Braunkohlenlager erscheint bei Bommersheim Fusse des Taunus; es wird von bituminösem Letten begleitet, der von Lit

*) *Tichogonia* ist ein Synonymon von *Congeria* oder *Dreissenia*.

*lla acuta* erfüllt ist. Eben so stehen auch in der Nähe der Wetterauer Braunkohlenlager überall Kalke oder Thone mit jener *Litorinella* an, so dass an der Zugehörigkeit dieser Braunkohlen zur Etage des Litorinellenkalkes nicht gezweifelt werden kann.

Bei Laubenheim wird der Litorinellenkalk von Sand, etwas Sandstein und Thon bedeckt, welche Abdrücke von Blättern, zumal von *Quercus furcinervis* enthalten. Auch bei Bodenheim finden sich in demselben Niveau glimmerreiche, gelblichgraue Sandsteine, und auf den Höhen bei Wiesbaden liegt eine ähnliche Schichtenfolge von Conglomerat und Sandstein mit Barytknollen.

Aus diesen Schichten von Laubenheim und Bodenheim bestimmte Göppert die folgenden Pflanzenreste:

| | |
|---|---|
| *Quercus furcinervis Ung.* | *Laurophyllum crassifolium Göpp.* |
| . . . . *cuspidata Ung.* | *Daphnogene angulata Göpp.* |
| . . . . *undulans Göpp.* | *Echitonium Sophiae Web.* |
| *Fagus Deucalionis Ung.* | *Bumelia Oreadum Ung.* |
| . . . *castaneaefolia Ung.* | *Aralites lanceus Göpp.* |
| *Liquidambar europaeum Braun* | *Dombeyopsis lobata Ung.* |

In dem Braunkohlenletten der Wetterau finden sich fast überall die Gehäuse von *Litorinella acuta*, auch nicht selten *Planorbis declivis* und andere Conchylien des Litorinellenkalkes. Ausserdem sind deutliche Pflanzenreste sehr häufige Begleiter der Braunkohlen, so zumal Früchte, aber auch Blätter und andere Pflanzentheile.

*C.* Pliocäne Bildungen. Zu diesen neuesten Tertiärbildungen des Mainzer Beckens gehört, ausser gewissen postbasaltischen Thonen und Braunkohlen, der durch seine Ueberreste von Säugethieren berühmte Knochensand.

7. Knochensand. Ueber dem Litorinellenkalke liegt an mehren Orten, z. B. zwischen Oppenheim und Guntersblum, bei Heppenheim, besonders aber bei Eppelsheim unweit Worms, eine nur 20 bis 30 Fuss mächtige Bildung, welche wesentlich aus Sand und Geröll besteht, aber durch die grosse Menge von Säugethierknochen, die sie enthält, äusserst interessant wird.

Als charakteristische derartige Ueberreste sind besonders die von *Dinotherium giganteum*, *Mastodon angustidens* und *Hippotherium gracile* zu nennen; es kommen aber auch noch sehr viele andere Knochen vor, so dass z. B. schon 5 Species von *Sus*, 4 von *Rhinoceros*, 5 von *Cervus*, 4 von *Felis* erkannt worden sind. Gemeinschaftlich mit dem Meeressande soll dieser Knochensand *Anthracotherium magnum*, mit dem Litorinellenkalke aber *Rhinoceros incisivus*, *Rh. minutus*, *Palaeomeryx minor* und *Hippotherium gracile* besitzen.

Von den allgemeinen Folgerungen, auf welche Sandberger durch seine Untersuchungen gelangte, heben wir nur die zwei hervor, dass es im Mainzer Becken keine plötzliche Veränderung der Fauna von einer Etage zur anderen giebt, und dass die Fauna desselben, welche anfangs eine rein marine war, später durch brackische Formen bis in ächte Süsswasserformen überging; woraus zu schliessen ist, dass das anfangs marine Bassin allmälig immer mehr und mehr den Verhältnissen eines Süsswasserbassins genähert wurde. An den Rändern desselben haben in zwei verschiedenen Perioden Ablagerungen von vorweltlichen Pflanzenmassen Statt gefunden, durch welche

die Braunkohlenflötze des Cyrenenmergels und des Litorinellenkalkes ge-bildet worden sind.

Die vorstehende Schilderung der Schichtenfolge im Mainzer Becken beru[illegible] wesentlich auf den Ansichten von Fridolin Sandberger und Weinkauff. Sehr abwei-chend davon ist diejenige Betrachtungsweise, welche Ludwig schon im Jahre 18[illegible] über den Zusammenhang der Tertiärformationen in Hessen, in der Wetterau u[illegible] am Rheine aufgestellt*), und seitdem in den Erläuterungen zu den von ihm bea[illegible] beiteten Sectionen der geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen geltend zu machen gesucht hat. Noch ganz kürzlich gab er im Neuen Jahrbuche für [illegible] 1866, S. 59 ff. über die Mainzer und Hessische Tertiärformation eine Abhandlun[illegible] an deren Schlusse er seine Ansichten in folgenden Sätzen zusammenfasst.

1. Das Bassin von Mainz war ein langer schmaler Meerbusen, der nach Süd[illegible] in das freie Meer ausmündete. An seinem Strande lagerten sich Sand und Geröl[illegible] ab, deren Material von älteren Gesteinen stammt, während in den Tiefen Th[illegible] und Mergel abgesetzt wurden. Die Flüsse brachten Sand, Thon und Kalkbicarbon[illegible] mit, welches letztere durch Conferven und Algen als Calcit präcipitirt wurde; di[illegible] selben Flüsse schwemmten auch Reste von Süsswasser- und Landthieren, sow[illegible] von Landpflanzen ein, und verwandelten einzelne Meerestheile in Brackwasse[illegible] buchten.

2. Alle im Mainzer Becken vorkommende Schichten, vom Meeressande bis z[illegible] Litorinellenkalke, sind in einer geologischen Periode entstanden und daher v[illegible] gleichem Alter.

3. Mit denselben entstanden gleichalterige Fluss- und Sumpfbildunge[illegible] die Sande mit *Unio pachoydon,* sowie die Thone und Braunkohlen mit *Glyptostrob[illegible] europaeus, Cinnamomum lanceolatum, Sequoia Langsdorfi.*

4. Der Septarienthon des nördlichen Teutschland ist bei Oberkaufungen u[illegible] Zell über den Süsswasserbildungen des Mainzer Beckens hinaus abgelagert, u[illegible] steht mit den Meeresbildungen dieses Beckens in keinem Zusammenhange.

5. Mit dem Septarienthone des nördlichen Teutschland stehen dagegen d[illegible] durch *Melania horrida* charakterisirten Melanienthone Niederhessens und d[illegible] Meeressande von Cassel im Zusammenhange.

6. Die Basalte, Dolerite und Trachydolerite traten während der Bildung d[illegible] oligocänen Mainzer Schichten und des Septarienthones auf, und über ihnen lag[illegible] ten sich die pliocänen Schichten der Wetterau mit *Unio viridis* ab.

Noch glauben wir am Schlusse dieses Paragraphen einige Bemerkungen üb[illegible] die in den Schichten des Mainzer Beckens und zumal in seinen Braunkohle[illegible] gefundenen Pflanzenreste einschalten zu müssen, wobei wir uns wesentlich a[illegible] die von Ludwig gemachten Mittheilungen halten, welche er in einer ausführ-lichen Arbeit über die fossilen Pflanzen aus der ältesten Abtheilung d[illegible] Rheinisch-Wetterauer Tertiärformation veröffentlicht hat**).

Die Pflanzenreste, welche in der unteren Abtheilung dieser Tertiärfor-mation, z. B. in den Sandsteinen bei Münzenberg und Rockenberg, in d[illegible] Cyrenenmergeln mehrer Localitäten, und in den Braunkohlen von Hessen-brücken, Salzhausen und anderen Orten vorkommen, weichen grossentheil[illegible] entschieden ab von jenen, welche in der mittleren und oberen Abtheilun[illegible] gefunden werden, und stimmen in ihrer Mehrzahl mit denjenigen Pflanzen über[illegible]

*) Im Jahresberichte der Wetterauer Ges. für die ges. Naturkunde, 1855, S. 1—61.

**) In *Palaeontographica,* Bd. VIII, S. 39—154.

ein, welche aus der unteren schweizer Molasse, aus den Braunkohlen des Siebengebirges, des Westerwaldes, der Rhön und aus den Tertiärbecken von Teplitz und Falkenau in Böhmen bekannt sind. Ludwig folgert hieraus, dass die betreffenden Schichten noch der oligocänen Periode angehören, und er führt aus dieser unteren Abtheilung nicht weniger als 178 Species auf, von welchen 69 neu sind.

Als besonders häufige Formen sind, ausser denen bereits oben S. 168 von Münzenberg genannten, etwa die folgenden zu erwähnen:

*Glyptostrobus europaeus Heer*
*Sequoia Langsdorfi Brong.*
*Pinus dubia Heer*
*Planera Ungeri Ett.*
*Cinnamomum Scheuchzeri Heer*
. . . . . . . *lanceolatum Ung.*
. . . . . . . *Rossmaessleri Heer*
. . . . . . . *polymorphum Braun*
*Folliculites Kaltennordheimensis Zenk.* *)
*Menianthes tertiaria Heer*
*Vitis teutonica Braun.*
*Magnolia Hoffmanni Ludw.*
*Passiflora Brauni Ludw.*
*Dombeyopsis Decheni Web.*
*Acer trilobatum Braun*, in mehren Varietäten
*Juglans laevigata Brong.*
. . . . *acuminata Braun*
. . . . *ventricosa Brong.*
*Trapa globosa Ludw.*

Die Hölzer von *Glyptostrobus* und *Sequoia* scheinen oft das hauptsächliche Material zur Bildung der Braunkohle geliefert zu haben; die Samenkörner von *Pinus dubia* fanden sich bei Salzhausen und Hessenbrücken bisweilen massenhaft in der Braunkohle angehäuft; Weinbeeren und Samenkerne derselben sind bei Salzhausen und bei Langenaubach am Westerwalde vorgekommen.

Schon früher gab Ludwig eine Beschreibung der Pflanzenreste aus den jüngsten und mittleren Etagen der Wetterau-Rheinischen Tertiärformation **).

Oswald Heer sprach sich darüber folgendermaassen aus. »So treffliche Arbeiten wir (in diesen Abhandlungen Ludwigs) über die Flora des Mainzer Beckens erhalten haben, so ist es doch immer noch sehr schwer, sich in demselben zu orientiren, da wir auf sehr widersprechende Angaben und Ansichten stossen. Die Flora ist noch wenig bekannt, und ich bin nicht im Stande, irgend etwas zur Aufhellung derselben beizutragen. Aus den oberen Schichten des Litorinellenkalkes, den damit wechselnden Thonschichten und den sie bedeckenden Sandsteinen hat Ludwig eine Zahl von Pflanzen beschrieben, welche bei Frankfurt ausgegraben wurden. Es sind aber darunter wenig ausgezeichnete und für irgend eine Stufe charakteristische Formen. Am wichtigsten sind in letzterer Beziehung *Dryandroides banksiaefolia* und *D. arguta*, welche freilich nur in unvollständigen und noch zweifelhaften Blattstücken vorliegen, aber dafür sprechen würden, dass der Litorinellenkalk mit der zweiten Stufe unserer Molasse zu combiniren sei. *Flora tertiaria Helvetiae, III.* S. 302.

Aus der die vorerwähnte neueste Abhandlung Ludwigs (im achten Bande der *Palaeontographica*) beschliessenden Tabelle ersehen wir, dass ihm in der mittleren Abtheilung 45, und in der oberen oder jüngsten Abtheilung 56 Species bekannt sind: unter den ersteren befinden sich 27 neue Species, während die

*) Ludwig hat die Planze, von welcher diese so häufig vorkommenden Früchte stammen, als *Hippophaë dispersa* eingeführt.

**) In *Palaeontographica*, Bd. V, S. 81—109 und S. 132—151.

letzteren sämmtlich neu sind. Die unteren und die mittleren Schichten ha nur 7 Arten gemein, während die jüngste Abtheilung mit jeder der beiden an ren Abtheilungen nur eine Art theilt.

## §. 165. *Allgemeine Uebersicht der Verbreitung der Tertiärschichten im nördlichen Teutschland.*

Das nordteutsche Tiefland, wie solches im Süden durch die Vorberge Riesengebirges, des Erzgebirges, des Harzes u. s. w. begränzt wird, zeigt nur wenig unterbrochene Bedeckung von quartären Geröll- und Sandschich von Lehm und erratischem Materiale. Allein unter dieser Bedeckung bre sich tertiäre Ablagerungen aus, welche nur selten stetig in grösseren Fläc meist sporadisch an einzelnen Puncten und Strichen zu Tage austreten, jed falls aber über sehr grosse Räume ausgedehnt sind, so dass sie, wenn wir die bedeckenden neueren Schichten entfernt denken, ein über mehrere Taus von Quadratmeilen ununterbrochen verbreitetes Tertiärland darstellen wür

Beyrich hat zuerst im Jahre 1855 den Zusammenhang dieser nordteutsc Tertiärbildungen nachzuweisen, auch durch eine geologische Uebersichtsk anschaulich zu machen gesucht*), und damit den Weg zu einer systematisc Anordnung der hier und da auftauchenden, und oft weit aus einander liegen tertiären Vorkommnisse gebahnt. In demselben Jahre war von Girard der z schen der Elbe und Weichsel gelegene Theil des nordteutschen Tieflandes ausführlich beschrieben worden**), während Andere theils früher, theils sp über einzelne Regionen oder Localitäten desselben sehr schätzbare Beiträge liefert haben.

Bevor wir nun zur Betrachtung der wichtigsten Tertiärbildungen No teutschlands übergehen, wird es zweckmässig sein, eine allgemeine Uebersi ihrer Verbreitung und ihrer Reihenfolge zu geben, wobei wir uns die vor wähnte treffliche Abhandlung Beyrich's zum Anhalten dienen lassen.

### *A.* Verbreitung der nordteutschen Tertiärbildungen.

Das nordteutsche Tertiärland bildet, mit Ausnahme einzelner, ausserh seiner allgemeinen Südgränze liegender Lappen, ein stetig ausgedehntes Te torium, innerhalb dessen sich nicht füglich einzelne Becken unterscheiden las Der Name Becken ist nur allenfalls anwendbar auf die grösseren Buchten, welchen dasselbe an seiner südlichen Gränze mehr oder weniger weit zwisc die älteren Formationen vordringt. Als dergleichen, zum Theil schon von L pold v. Buch im Jahre 1851 bestimmte Becken sind namentlich hervorzuheb

1. das nieder-rheinische Becken, eine, von Wesel bis in die Geg südlich von Bonn in das rheinische Gebirge eingreifende Bucht, welche n Norden und Westen mit den holländischen und belgischen Tertiärbildungen sammenhängt, nach innen limnische, braunkohlenführende, nach aussen darüber marine Schichten enthält;

*) In den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1856.

**) In seinem Werke: Die norddeutsche Ebene, Berlin 1855.

2. das thüringisch-sächsische Becken, welches, zwischen Halle und urzen in das Gebiet älterer Formationen eindringend, gegen Süden über Leip-, Zeitz und Altenburg bis in die Gegend von Werdau, gegen Osten mehr oder niger unterbrochen über Grimma bis Oschatz, gegen Westen aber weit nach üringen hinein verfolgt werden kann, und noch bei Leipzig marine Schichten schliesst*);

3. das nieder-schlesische Becken, welches die mit Braunkohlenlagern llte Niederung des Odergebietes aus der Gegend von Liegnitz und Breslau s nach Neisse und Oppeln begreift, bis jetzt aber noch keine marinen Schich- gezeigt hat.

Zwischen diesen drei, nach Süden vorspringenden Buchten lässt sich die lgemeine Südgränze des nordteutschen Tertiärlandes freilich nur sehr gefähr bestimmen, weil die quartären Geröll- und Sandmassen fast alle die- igen Gegenden überschwemmt haben, in welchen diese Gränze zu vermuthen d zu suchen ist; auch wird ihre Bestimmung noch dadurch erschwert, dass ht selten einzelne sporadische Ueberreste der Tertiärformation noch rückwärts Gebiete der älteren Formationen liegen geblieben sind. Von Wesel, am Ausgange s niederrheinischen Beckens, über Bentheim, Bramsche und den Steinhuder See nach Magdeburg bilden die älteren Gesteine einen nordwärts weit vorsprin- nden Bogen, durch welchen die allgemeine Südgränze des Tertiärlandes be- utend nach Norden hinaufgedrängt, und die Breite desselben in dem Raume ischen Ems und Weser am meisten beschränkt wird. Allein von Magdeburg s südwärts bis Leipzig, welches in der Ausmündung des thüringisch-sächsi- en Beckens liegt, und von Leipzig gegen Osten über Belgern, Ortrand, Wit- benau und Rothenburg bis nach Liegnitz, sowie weiterhin nach Südosten, da t die allgemeine Südgrenze immer mehr nach Süden zurück, da nimmt die eite des Tertiärlandes fortwährend zu bis in die Gegend von Neisse, so dass in der Linie von Neisse bis an die nordöstliche Spitze von Pommern ihr ximum erreicht.

Die Nordgränze des nordteutschen Tertiärlandes wird fast überall durch e Küsten der Nordsee und Ostsee bestimmt, dergestalt, dass auch noch Hol- in und Schleswig in sein Gebiet fallen; nur in Pommern wird der zwischen ollin, Kolberg und Gülzow liegende Theil des Küstenlandes von älteren (juras- schen) Bildungen eingenommen, welche auf die an der Westseite der Insel rnholm bekannten gleichnamigen Bildungen verweisen.

Nach Westen steht das grosse nordteutsche Tertiärland mit den belgisch- lländischen, nach Osten mit den polnisch-russischen Tertiärbildungen in mittelbarem Zusammenhange.

Mitten in dem so, seiner allgemeinen Begränzung nach ungefähr bestimm- n Gebiete ragen hier und da einzelne Partieen der älteren Formationen aus

*) Zwischen dem nieder-rheinischen und dem thüringisch-sächsischen Becken ist gentlich in vielen einzelnen, grösseren und kleineren Parcellen der Tertiärformation noch in hessisches Becken angezeigt, durch welches das Mainzer Bassin mit dem grossen rdteutschen Territorium in Verbindung gebracht wird.

dem Tertiärlande auf; wie z. B. östlich von Berlin der Muschelkalk von R
dorf, südlich von Berlin der Gyps von Sperenberg, bei Torgau der P
sowie die Gypsberge von Lüneburg in Hannover und von Segeberg in H

*B.* Allgemeine Uebersicht der nordteutschen Terti
dungen.

Es sind theils marine, theils limnische und fluviatile Bild
welche den Raum des grossen nordteutschen Tertiärlandes erfüllen; die
ren werden gewöhnlich durch mehr oder weniger mächtige Braunkohlen
gerungen charakterisirt, während die ersteren theils als Sand und Thon,
als Mergel und Kalkstein ausgebildet sind.

Die Meeresbildungen gewinnen besonders im nördlichen Th
ganzen Gebietes eine sehr grosse Ausdehnung. Sie sind schon im Ausgan
niederrheinischen Bucht an vielen Orten bekannt, und verbreiten sich v
aus längs der, von Wesel über Bramsche bis nach Magdeburg bogenförmi
springenden Linie bis nach Leipzig, sowie nordwärts von dieser Linie
die Küsten der Nordsee und Ostsee. Aber auch noch südlich von de
Linie sind im Gebiete der älteren Formationen an vielen einzelnen P
(wie z. B. bei Osnabrück, Bünde, Lemgo, Luithorst, Freden, Söllingen u.
Aussenlager derselben bekannt, welche eine mehr oder weniger unterbro
ursprünglich vielleicht durch Meerescanäle vermittelte Verbindung zwisch
nordteutschen und denen bei Kassel vorkommenden marinen Tertiärbil
herstellen.

Von Leipzig aus scheint die südliche Gränze der Meeresbildungen a
in nördlicher Richtung bis gegen Brandenburg zu laufen; sie wendet sic
nach Osten, nördlich an Berlin vorbei bis gegen Buckow, biegt dann ab
nach Norden über Freienwalde, durchschneidet die Oder südlich von Stett
verläuft endlich in einem grossen Bogen, anfangs nach Osten und zulet
Norden bis an den Gardeschen See an der Ostseeküste. Der ganze, nördli
dieser Gränzlinie bis an die Küsten der Ostsee sich ausdehnende Fläche
wird hauptsächlich von marinen Bildungen erfüllt.

Dagegen wird der ganze, östlich und südlich von dieser Gränzlinie
breitete Flächenraum, bis zu der von Leipzig über Belgern, Ortrand, Wittic
Rothenburg und Liegnitz nach Neisse und Oppeln verlaufenden allgemeine
gränze des Tertiärlandes, in der Tiefe von einer Süsswasserbildung, n
von der grossen Braunkohlenformation des nordöstlichen Teuts
gebildet, welche nach Osten mit den angränzenden Braunkohlenbild
Preussens und Polens zusammenhängt.

Fragen wir nun, zu welchen Abtheilungen der Tertiärformati
in diesem weit ausgedehnten nordteutschen Tieflande abgelagerten Sch
gehören, so erhalten wir die Antwort, dass sie theils der oligocänen,
der miocänen Abtheilung zuzurechnen sind, während weder von e
noch von pliocänen Bildungen bis jetzt irgend etwas nachgewiesen worden

Die oligocänen Bildungen erfüllen nicht nur die drei südlichen Bu
sondern auch den grossen Flächenraum, welcher zwischen zwei Linien

chlossen ist, die sich vom Steinhuder See aus einerseits über Magdeburg ad Leipzig bis nach Liegnitz und Neisse, anderseits über Walle (in der Ineburger Haide), Dönitz und Schwerin bis in die Gegend von Wismar (und on da längs der Ostseeküste) verfolgen lassen. Die miocänen Bildungen dagegen nehmen den ganzen, westlich und nördlich von dieser letzteren Linie gelegenen Landstrich bis an die holländische Gränze ein, so dass auch Holstein und chleswig in ihr Gebiet gehören.

Beyrich unterscheidet in der nordteutschen Oligocänformation eine ältere, eine mittlere und eine obere Abtheilung.

Das untere Oligocän besteht aus der grossen nordostteutschen Braunkohlenbildung und der stellenweise unmittelbar darüber liegenden marinen Etage, welche letztere besonders bei Magdeburg, Egeln und Aschersleben kannt ist, und unter dem Namen Schichten von Egeln aufgeführt zu wern pflegt. Die limnische Braunkohlenbildung des nordöstlichen Teutschland, schliesslich jener des thüringisch-sächsischen und des niederschlesischen ckens, entspricht ihrer Lagerung zufolge den unteren Gliedern jener fluviorinen Bildungen der Insel Wight, welche oben S. 78 ff. betrachtet worden d, oder auch der S. 43 ff. geschilderten Gruppe des mittleren Süsswasserlkes und Gypses im Pariser Bassin.

Das mittlere Oligocän, welches im Mainzer Becken durch den Meeressand d Septarienthon, die Cyrenenmergel und die mit ihnen verbundenen Braunhlen vertreten wird, begreift im nördlichen Teutschland die Braunkohlen s niederrheinischen und des (aus dem Mainzer Bassin hinüberreichenden) hesschen Beckens, sowie, als vorzüglich charakteristisches Glied, den weit vereiteten Septarienthon nebst dem Stettiner Sande.

Das obere Oligocän wird durch das Gestein von Sternberg in Mecklenrg, durch die Mergellager von Kassel, Lemgo, Osnabrück u. s. w., sowie ch die oberen marinen Schichten von Neuss und Krefeld in der preussischen heinprovinz repräsentirt.

Was endlich die miocänen Bildungen des nordteutschen Tieflandes beifft, so gehören dahin die Sande und die petrefactenreichen Gesteinsböcke, welche sich durch die ganze östliche Hälfte von Schleswig-Holstein, im übecker Gebiete und im angränzenden Mecklenburg verbreiten, sowie die thonigen und sandigen Schichten, welche den westlichen Theil von Schleswig-Holstein sammt der Insel Sylt bilden, und von dort aus weithin durch annover, Oldenburg und Westfalen bis nach Holland hinein zu verfolgen sind.

## §. 466. *Die nordteutsche Braunkohlenformation.*

Als von Alexander Brongniart im Bassin von Paris braunkohlenführende hone unter dem Grobkalke nachgewiesen worden waren, da glaubte man anngs, allen ähnlichen Gebilden eine gleiche Stellung zuschreiben zu müssen, eshalb denn auch die nordteutschen Braunkohlen längere Zeit mit dem *argile astique* und *lignite* der nordfranzösischen Eocänformation verglichen wurden.

Wenn nun auch selbst in späterer Zeit noch hier und da diese Vergleichung geltend gemacht worden ist, so scheint man doch gegenwärtig ziemlich allgemein zu der Ansicht gelangt zu sein, dass der grösste Theil der im nördlichen Teutschland so allgemein verbreiteten Braunkohlenformation in die oligocäne und miocäne Periode versetzt werden müsse.

Wir haben schon gesehen, dass die bedeutenden Braunkohlenlager der Wetterau dem miocänen Litorinellenkalke, und dass kleinere Lager der Art, wie sie bei Ostheim, Rossdorf und Hochstadt bekannt sind, den oligocänen Cyrenenmergeln angehören; wir haben auch gesehen, dass die Wiener Formation sowohl an ihrer Basis, als auch in ihren oberen Schichten mit Braunkohlenflötzen versehen ist. Hieraus folgt denn, dass die Formationen des Mainzer und Wiener Bassins in zwei verschiedenen Niveaus Braunkohle beherbergen. Es ist nun aber so gut wie erwiesen, dass auch die Braunkohlenbildungen des Westerwaldes und des niederrheinischen Bassins, Sachsens, Thüringens, Schlesiens, der Mark Brandenburg sehr nahe von gleichem Alter sind, und es dürfte daher wohl im Allgemeinen die Richtigkeit der neuerdings zur Geltung gelangten Ansicht nicht zu bezweifeln sein. Ja, nach Beyrich würde die Braunkohlenbildung des nordöstlichen Teutschland grossentheils als unteroligocän, als ein zeitliches Aequivalent der mittleren Süsswasserbildung des Pariser Bassins zu betrachten sein.

Die Braunkohlenformation ist im mittleren und nördlichen Teutschland ganz ausserordentlich verbreitet, und gewinnt eine grosse nationalökonomische Bedeutung für die Gegenden ihres Vorkommens. Leopold von Buch hat versucht, ihre zahlreichen Vorkommnisse nach bestimmten Territorien zu gruppiren, welche eben so vielen vorweltlichen Binnenmeeren oder Aestuarien entsprechen sollen, und er findet, dass nördlich von der Donau bis an das Meer sieben solcher Territorien zu unterscheiden sind*).

Diese sieben Becken sind folgende:

1. Das oberrheinische Becken zwischen dem Schwarzwalde und den Vogesen.
2. Das rheinisch-hessische Becken; es dehnt sich zwischen dem Taunus, dem westphälischen Sauerlande und dem thüringer Walde aus und wird in der Mitte von den Basalten des Westerwaldes, Vogelsberges, Habichtswaldes und der Rhön durchsetzt.
3. Das niederrheinische Becken; dasselbe beginnt einige Meilen oberhalb Bonn und reicht bis in die Gegend von Aachen und Düsseldorf, und noch weiter nordwärts.
4. Das thüringisch-sächsische Becken; es begreift Thüringen, die preussische Provinz Sachsen, das Königreich Sachsen und Herzogthum Altenburg.
5. Das böhmische Becken; das nördliche Böhmen.
6. Das schlesische Becken; es reicht vom Bober bis tief nach Oberschlesien, und hängt weiterhin mit den Braunkohlenbildungen Galiziens und Polens zusammen.
7. Das nordteutsche Becken; es erstreckt sich durch ganz Nordteutschland nach Preussen, Posen und Polen.

Von diesen Becken gehören das niederrheinische, das thüringisch-sächsische, das schlesische und das nordteutsche in das Gebiet des grossen nordteut-

*) Monatsberichte der Königl. preuss. Akad. der Wissensch. 1851, S. 682 f. und etwas ausführlicher in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 25, 1852, S. 142 ff.

schen Tieflandes, und wir haben bereits im vorigen Paragraphen gesehen, dass die drei ersteren nach Beyrich eigentlich nicht sowohl als besondere Becken, sondern nur als südliche Ausbuchtungen des nordteutschen Tertiärlandes zu betrachten sind. In gegenwärtigem Paragraphen haben wir es nur mit diesem zu thun.

Die Gesteine dieser grossen, über mehre tausend Quadratmeilen ausgedehnten Braunkohlenformation zeigen in der Hauptsache eine auffallende allgemeine Aehnlichkeit, obgleich einzelne Gegenden auch eigenthümliche Gesteine verschliessen, die in andern Gegenden nicht angetroffen werden.

Als allgemein verbreitete Gesteine sind vor allen Geröll, Sand und Thon zu nennen; an den Sand schliessen sich Sandsteine und Quarzite, an den Thon Schieferthone, Kohlenletten und Alaunthon an; dann spielt die Braunkohle selbst eine sehr wichtige Rolle. In manchen Territorien nehmen auch Basalt- und Trachyt-Tuffe einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Braunkohlenformation, und endlich dürften noch die Kohlenbrandgesteine, d. h. die durch Kohlenbrände gelieferten Producte und Rückstände als eigenthümliche Gesteine aufzuführen sein. Von mehr untergeordneten Materialien sind, als gewöhnlich vorkommende, besonders Eisenkies, Sphärosiderit und Thoneisenstein, als minder häufige, Opal und Polirschiefer, Kalkstein, Mergel und Gyps zu erwähnen. Ausser diesen Gesteinen kommen auch noch, besonders in den Thonen und in der Braunkohle, mancherlei accessorische Mineralien vor.

Wir betrachten zuvörderst die in grösseren Massen oder auch in allgemeinerer Verbreitung auftretenden Materialien.

1. Geröll. In manchen Gegenden besonders ihres südlichen Randes wird die Basis der Braunkohlenformation von mehr oder weniger mächtigen Geröll-Ablagerungen gebildet, welche ganz vorwaltend aus Quarzgeröllen bestehen, denen nur wenig Kieselschiefer oder andere Gesteine, aber niemals Flintgerölle beigemengt sind. Diese Gerölle unterscheiden sich meist von den ähnlichen Diluvialgeröllen durch ihre sehr reine, glatte, glänzende, polirte oder auch geätzte Oberfläche. Sie liegen gewöhnlich lose aufgeschüttet, sind aber auch bisweilen durch ein kieseliges Bindemittel zu sehr festen Conglomeraten verkittet.

In der Gegend von Lausigk in Sachsen, wo diese Gerölle eine grosse Verbreitung gewinnen, da sind sie alle ganz sauber und wie polirt; bei Meerane ist in der sogenannten Buttermilchschlucht eine mächtige Ablagerung von Sand und Geröllen aufgeschlossen, welche durch beigemengten weissen Thon so viel Consistenz erhalten, dass sie senkrechte Felswände bilden; alle diese Gerölle, unter denen sich auch solche von Porphyr finden, erscheinen auf ihrer Oberfläche wie angeätzt.

Im grössten Theile des nordteutschen Tieflandes, besonders aber in dem südlich angränzenden hügeligen und bergigen Lande scheinen die aus der Kreideformation stammenden Flintgerölle gänzlich zu fehlen, während dergleichen in den Diluvialgeröllen gar nicht selten sind. Nur in gewissen, der oberen Abtheilung der Kreideformation näher liegenden Regionen kennt man auch Flintgerölle, zum Theil in grosser Menge. So berichtet v. Dechen, dass in dem 383 Fuss tiefen Bohrloche von Helenabrunn, zwischen Gladbach und Viersen im Regierungsbezirk

Düsseldorf) bei 323 Fuss eine 6 Zoll, und bei 340 Fuss Tiefe eine über 15 Fus mächtige Schicht von Flintgeröllen erbohrt worden ist. Orographisch-geognostisch Uebersicht des Regierungsbezirks Düsseldorf, 1864, S. 185. Die Nähe der süd westlich vorliegenden flintreichen Schichten der Kreideformation von Aachen dürft dieses Vorkommen erklären.

2. Sand, d. h. Quarzsand bildet ein in der Braunkohlenformation ei sehr vorwaltendes Material. Er erscheint meist weiss oder hellgrau, indem er vorzüglich von farblosen oder weissen Quarzkörnern gebildet wird, zu dene sich jedoch auch mehr oder weniger graue, blaue, rothe und gelbe Körner ge sellen; nur wenn ihm bituminöse oder kohlige Theile beigemengt sind, erschei er auch im Ganzen gelb, dunkelgrau oder braun gefärbt, wie denn überhaup kleine Körner und Staubtheile von Braunkohle nicht selten zwischen den übri gen Bestandtheilen bemerkbar sind. Die in den quartären Formationen so häu figen gelben und braunen Sand- und Geröllschichten, welche ihre Färbun einem Pigmente von Eisenoxydhydrat verdanken, gehören in der Braunkohlen formation zu den minder häufigen Erscheinungen; doch fehlen sie keineswege wie sie denn z. B. in dem niederrheinischen und thüringisch-sächsischen Becke gar nicht selten auftreten. In einigen Gegenden kennt man auch grüne, durc Glaukonitkörner gefärbte Sande, wie z. B. bei Gladbach im Regierungsbezir Düsseldorf. Die ganz reinen weissen Sande werden zur Glasfabrication, al Scheuersand, Stubensand, Streusand u. s. w. benutzt.

Der Sand ist bald grobkörnig, bald klein- oder feinkörnig, und geht im ersteren Falle in Quarzgeröll über, welches nicht selten in mächtigen Schichten auftritt Was die grobkörnigen Sande oft besonders auszeichnet, ist die glatte und glänzende, völlig rein gewaschene und fast polirte Oberfläche ihrer Körner. Bis weilen kommen auch krystallinische Sandbildungen vor, deren Körner Kry stallflächen zeigen; häufig aber ist der grobe Sand sehr scharfkörnig. Silberweis Glimmerschuppen sind ihm oftmals beigemengt. Die sehr glimmerreichen scharf körnigen Sande führt Plettner unter dem Namen Glimmersand auf; die äusserst feinkörnigen, mit mehr oder weniger Glimmer und mit Kohlenstäubchen gemengten weich und mild anzufühlenden und im feuchten Zustande fast plastischen Varietäten sind es, welche als Formsand benutzt und bezeichnet werden. (Plettner in sei ner reichhaltigen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 436 f.)

Wo der Sand ganz gleichmässig körnig und einfarbig ist, da pflegt sein Schichtung sehr undeutlich zu sein; wo er aber mit verschiedener Grösse de Kornes oder mit verschiedenen Farben auftritt, da giebt sie sich durch eine lagen weise Sonderung der gröberen und feineren Körner oder der verschiedentlich ge gefärbten Partieen zu erkennen; dabei ist discordante Parallelstructu eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Am deutlichsten ist die Schichtung da, w der Sand mit Thonlagen oder Geröllschichten wechselt.

3. Sandstein und Quarzit. Die Sandsteine der nordteutschen Braun kohlenformation erscheinen theils nur in untergeordneten Massen inner halb der Sande, theils in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Di ersteren Vorkommnisse bilden mehr oder weniger (aber oft mehre Lachter grosse, theils ganz ungestaltete, theils schollen- oder bankförmige Concretionen welche im losen Sande stecken, aus dem sie dadurch entstanden sind, dass e

stellenweise von einem kieseligen Bindemittel durchdrungen wurde, welches eine Verkittung der Sandkörner bewirkte. Dieses Bindemittel ist oft so krystallinisch, dass die Sandstein-Concretionen eine sehr harte und feste, quarzit- oder hornsteinähnliche Beschaffenheit erhalten, und zu den unverwüstlichsten Gesteinen gehören. In den Geröllschichten entwickelten sich auf dieselbe Weise äusserst feste Kieselconglomerate mit hornsteinartiger Grundmasse. Uebrigens gehen diese Concretionen bald allmälig in den umgebenden Sand über, bald sind sie scharf gegen ihn begränzt, in welchem Falle ihre sehr unebene, cavernose und knollige Oberfläche mit einer glatten, glänzenden Kieselmasse imprägnirt ist, welche ihr ein emailartiges oder glasirtes Ansehen ertheilt.

Das sind die glasirten Blöcke, wie sie v. Dechen nennt, welche, nach Fortspülung des sie einhüllenden Sandes, oft in grosser Menge auf der Oberfläche des Landes herumliegen, und da, wo die Braunkohlenformation mit Basalten vergesellschaftet ist, mitunter seltsamer Weise als gefrittete Sandsteinblöcke gedeutet wurden; eine Deutung, welche Ludwig mit sehr guten Gründen zurückgewiesen hat; (Jahresbericht der Wetterauischen Ges. 1851, S. 39 f.). Auch wurden diese Blöcke oftmals, in Voraussetzung eines gewissen Zusammenhanges mit der Basaltformation, unter den Namen Trappquarz oder Trappsandstein aufgeführt. Der in der Gegend von Halle sogenannte Knollenstein gehört wohl gleichfalls hierher.

Ausser diesen concretionären Sandsteinen kommen aber auch andere vor, welche in stetigen Schichten ausgebildet sind, und oft eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangen. Dahin gehören z. B. die theils weichen, theils quarzitähnlichen Sandsteine von Liedberg im Regierungsbezirke Düsseldorf, und die ähnlichen Gesteine in den Regierungsbezirken Aachen und Cöln; die Sandsteine an der Dollendorfer Hardt unweit Bonn, die festen eisenschüssigen Sandsteine in der Dölauer Haide bei Halle, die Sandsteine der Kmehlener Berge bei Ortrand und die quarzitähnlichen Sandsteine bei Okrylla und Jessen unweit Meissen. Auch diese Sandsteine besitzen oftmals eine mehr oder weniger krystallinische Beschaffenheit, und erhalten mitunter durch eingesprengte Quarzkrystalle eine porphyrartige Structur. Andere hierher gehörige Gesteine erscheinen als dichte, hornsteinähnliche Quarzite, welche oft einzelne grössere Quarzkörner von muscheligem Bruche, oder auch kleine Quarzgerölle umschliessen, oft sehr zerklüftet, auf ihren Klüften bisweilen mit Chalcedon oder Opal erfüllt sind, und theils in stetig ausgedehnten, theils in zerstückelten Schichten auftreten. — Pflanzenabdrücke sind in diesen Sandsteinen an vielen Orten bekannt.

4. Thone und Letten. Graue, zumal blaulich-, grünlich- und aschgraue, oder weisse Thone bilden eine fast nirgends fehlende Erscheinung in der Braunkohlenformation; bisweilen sind sie auch gelb oder braun, roth oder bunt gefärbt. Sie treten bald in lagerförmigen, bald in stockförmigen Gebirgsgliedern auf, welche oft eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen, aber gewöhnlich keine deutliche Schichtung besitzen, was nur dann der Fall ist, wenn verschiedentlich gefärbte Varietäten mit einander abwechseln, oder wenn Sandschichten dem Thone eingeschaltet sind. Oft stehen die Thone 20 bis 40 Fuss hoch an, ohne eine Spur von Schichtung erkennen zu lassen. Sie sind bald sehr rein und vollkommen plastisch, bald mehr oder weniger durch

Sand und andere Beimengungen verunreinigt, in welchem Falle sie unter dem Namen Letten aufgeführt zu werden pflegen. Eisenkies und Gyps gehören zu den nicht seltenen accessorischen Bestandtheilen; auch verrathen manche Thone durch Aufbrausen mit Säuren eine innige Beimengung von kohlensaurem Kalke. In vielen Thonen finden sich Lagen und Nieren von Sphärosiderit oder von Thoneisenstein, welche letztere aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgegangen sind. Braunkohle, bituminöses Holz und andere Pflanzenreste kommen theils im verkohlten, theils im verkiesten Zustande nicht selten vor.

Kohlenletten. So nennt man ein inniges Gemeng von feinem Sande, Thon und kohligen Theilen, dessen Bestandtheile in sehr verschiedenen Verhältnissen auftreten, daher man mit Plettner sandigen, thonigsandigen und thonigen Kohlenletten unterscheiden kann. Seine Farbe ist meist dunkelbraun oder schwarz; er ist fest, im feuchten Zustande plastisch, deutlich und oft dünn geschichtet, und brennt sich vor dem Löthrohre äusserlich aschgrau, während er im Innern braun bleibt, ja sogar nach aussen hin schwarz wird; (Plettner a. a. O. S. 441). Gyps und Eisenocker erscheinen bisweilen als accessorische Bestandtheile.

5. Alaunthon (oder Alaunerde). So nennt man solche bituminöse Thone oder Kohlenletten, welche, vermöge gewisser innig beigemengter Bestandtheile, zur Bereitung von Alaun geeignet sind. Sie sind schwärzlichgrau, schwärzlichbraun bis schwarz, im Bruche erdig und matt, im Striche glänzend, fest oder zerreiblich, und meist deutlich geschichtet. Als hauptsächliche Bestandtheile derselben sind Thon, kohlige Theile, Sand und Glimmer zu betrachten. Eisenkies und Schwefel sind unter dem Mikroskope nicht zu entdecken; desungeachtet hat H. Müller gezeigt, dass der Alaunthon wirklich unsichtbar vertheiltes Eisenbisulphuret, freien Schwefel und huminsaures Eisenoxydul enthält.

Wenn er daher einige Zeit an der Luft liegt, so findet, unter auffallender Erwärmung, eine Bildung von Eisenvitriol und schwefelsaurer Thonerde Statt. Dagegen lässt sich, wie schon Mitscherlich gezeigt hat, aus Alaunthon, welcher vor dem Zutritte der Luft geschützt war, keine Spur von schwefelsauren Salzen extrahiren. Journal für prakt. Chemie, Bd. 59, 1853, S. 257 ff. Der Alaunthon bildet oft das unmittelbare Hangende von Braunkohlenflötzen, erscheint aber auch in selbständigen Flötzen, welche bisweilen eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen; wie z. B. in Mecklenburg bei Bockup, wo nach Brückner das bedeutendste Flötz 19, und bei Loosen, wo es sogar 87 Fuss mächtig ist. Diese selbständigen Flötze werden nach Müller in der Regel von Sandschichten unterteuft und bedeckt. Besonders in der Mark sind sie vielorts bekannt; doch kennt man sie auch bei Koswig an der Elbe, bei Schwemsal und anderen Orten des Muldenthales, sowie im Bornstedt-Holdenstedter Becken zwischen Eisleben und Sangerhausen. Müller, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 6, 1854, S 707 ff.

6. Schieferthon. Graue, bisweilen weisse, oft licht kaffeebraune und bituminöse Schieferthone sind in einigen Territorien der nordteutschen Braunkohlenformation bekannt; so z. B. bei Kaltennordheim und Bischofsheim in der Rhön; gewöhnlich sind sie äusserst feinerdig und reich an Pflanzenabdrücken, besonders an Blättern. Nahe verwandt mit diesen Schieferthonen sind die Cyprisschiefer, welche bei Kaltennordheim und im Eisgraben bei Fladungen

vorkommen; sie bilden daselbst nur einzelne Schichten, und erlangen nirgends eine so bedeutende Mächtigkeit, wie im nordwestlichen Böhmen.

7. Trachyt- und Basalttuffe. Am Fusse des Siebengebirges bei Bonn liegen die trachytischen Conglomerate und Tuffe zwischen den Schichten der Braunkohlenformation, nämlich über den tiefsten Sandsteinen und Thonen derselben, während sie von den eigentlichen kohlenführenden Schichten bedeckt werden. Dasselbe gilt auch von den dortigen basaltischen Tuffen und Conglomeraten *), und ähnliche Verhältnisse sind auch in anderen Territorien bekannt.

So wechseln z. B. bei Laubach, am Fusse des Vogelsberges in Hessen, Basalttuffe sieben Mal mit Braunkohlenflötzen ab; von Leonhard, die Basaltgebilde, II, 52 f. Die Braunkohlenbildungen der Rhön liegen nach Hassenkamp mehrorts auf Basalt und basaltischen Tuffen, welche ihnen auch nicht selten eingeschaltet sind; dieselben Erscheinungen wiederholen sich am Westerwalde. Bei Seifhennersdorf in der Lausitz wird der obere Theil der Braunkohlenformation mit von Basalttuffen gebildet; auf dem Hoffmannschen Werke daselbst werden zwei Kohlenflötze durch ein Zwischenmittel von regelmässig geschichtetem Basalttuff abgesondert. Bei Jauer in Schlesien liegt nach Ludwig die Braunkohle gleichfalls zwischen Basalttuffen; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, 257.

8. Die Kohlenbrandgesteine kommen im Gebiete der nordteutschen Braunkohlenformation nur selten vor, wie z. B. in der Gegend von Zittau in Sachsen, bei Abterode und Bischofsheim in der Rhön. Sie sind grösstentheils die Producte der Frittung und beginnenden Schmelzung von Thonen, Schieferthonen und anderen pelitischen Gesteinen der Braunkohlenformation.

Auch gehören zu ihnen die stängelig abgesonderten Thoneisensteine, welche durch die Einwirkung der Kohlenbrände auf Sphärosiderit entstanden sind, wie dies von Hohenegger durch directe Versuche bewiesen worden ist; Haidinger's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturw. III, 142. Die Kohlenbrände selbst wurden wohl gewöhnlich durch freiwillige Selbstentzündung verursacht, welche besonders durch die Zersetzung oder Vitriolescirung von fein eingesprengtem Markasit veranlasst worden sein dürfte, wie Seyfert's Beobachtungen über die Wärme-Entwickelung in den Riestedter Kohlenflötzen lehren. Neues Jahrb. für Min. 1855, S. 465.

9. Braunkohlen. Dieses wichtige Material, nach welchem die ganze Formation benannt ist, erscheint in mancherlei Varietäten, welche man nach ihrer Beschaffenheit als Pechkohle, holzige Braunkohle (oder Lignit, bituminöses Holz), Erdkohle und Moorkohle, nach der Form, in der sie gewonnen und verbraucht werden, als Stückkohle, Knorpelkohle und Formkohle unterscheidet. Auch Faserkohle, schwarz, wie gewöhnliche Holzkohle erscheinend und in ihrem Ansehen durchaus nicht verschieden von jener der Steinkohlenformation, kommt zuweilen lagenweise oder auf Klüften in der Braunkohle vor; selbst das bituminöse Holz ist manchmal stellenweise in schwarze Faserkohle umgewandelt, was Göppert aus der Einwirkung von schwefelsauren Salzen erklärt.

*) Vergl. v. Dechen, Geognostische Beschr. des Siebengebirges, S. 117, 140 u. 148; auch dessen Geogn. Führer in das Siebengebirge am Rhein, 1861, S. 166 ff.

Als ein paar ausgezeichnete Varietäten sind noch folgende zu erwähnen:

Papierkohle oder Dysodil. Sie besteht aus dünnen, von einander leicht ablösbaren Lagen oder Membranen, welche biegsam und zäh wie Pergament oder starkes Papier sind; dabei ist sie braun oder grau, schimmernd, im Striche glänzend, und weich. Sie enthält nur wenig eigentliche Kohle, indem Bitumen, Thon und Kieselerde ihre hauptsächlichen Bestandtheile ausmachen, welche letztere, wie Ehrenberg gezeigt hat, wesentlich durch Kieselpanzer von Diatomeen und durch Phytolitharien geliefert worden ist, weshalb denn die Papierkohle dem Polirschiefer und anderen Diatomeenpeliten sehr nahe steht, welche sie auch bisweilen begleiten. Auch pflegt die Papierkohle sehr reich an anderen organischen Ueberresten, zumal von Fischen (*Leuciscus papyraceus*) und an Blättern von dicotylen Bäumen zu sein. Glimbach bei Giessen, Sieblos in der Rhön, Liessem und Rott unweit Bonn, sowie Linz und Orsberg bei Erpel sind bekannte Fundorte dieser merkwürdigen Kohle.

Pyropissit oder Wachskohle. Eine ganz eigenthümliche Varietät, welche bei Gerstewitz unweit Weissenfels und bei Helbra in Thüringen vorkommt*). Sie ist schmutzig gelb bis licht gelblichbraun, erdig und leicht zu zerbröckeln, matt, im Striche glänzend, hat das Gewicht 0,9 und unterscheidet sich wesentlich von jeder anderen Braunkohle durch ihr Verhalten im Feuer. Bei einer geringen Wärme entwickelt sie weisse schwere Dämpfe, in der Flamme verbrennt sie mit Gestank, und in einem offenen Gefässe kommt sie in Fluss und schmilzt zu einer pechähnlichen Masse. Durch Aether lässt sich ein wachsartiger Bestandtheil ausziehen, welchen Wackenroder Cerinin nannte, während Brückner später zeigte, dass er ein sehr zusammengesetzter Körper sei. Journal für prakt. Chemie, Bd. 57, S. 1 ff. Diese merkwürdige Kohle bildet nach Mahler bei Gerstewitz den hangenden Theil eines Braunkohlenflötzes, stellenweise bis zu 3½ Fuss Mächtigkeit; sie geht nach unten in rothbraune bis schwärzlichbraune, noch sehr fette Braunkohle über, bis endlich im Liegenden schwarze magere Kohle folgt. Bei der Gewinnung arbeitet sie sich wie Rindstalg, so dass die Keilhaue fast darin stecken bleibt. Mahler a. a. O. S. 19 f.

Von accessorischen Bestandtheilen der nordteutschen Braunkohle sind, ausser dem häufig vorkommenden und ihre Brauchbarkeit sehr beeinträchtigenden Eisenkies (Pyrit und Markasit), besonders noch Gyps, Schwefel, Eisenvitriol, Haarsalz, Retinit und andere bernstein-ähnliche Harze, sowie endlich der Bernstein selbst zu erwähnen, von welchem es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass er seine hauptsächliche Heimath in den ältesten Schichten der Braunkohlenformation hat, obgleich er sehr häufig in die Diluvialschichten verschwemmt worden ist. Als ein bis jetzt nur an einzelnen Fundorten vorgekommenes Mineral muss noch der Mellit von Artern genannt werden.

Die Braunkohlen bilden theils regelmässige und weit fortsetzende Lager oder Flötze, theils Lagerstöcke, welche oft zu einer sehr bedeutenden

*) Bei Helbra scheint der Pyropissit jetzt nicht mehr vorzukommen, wie Herter bemerkt; (in den Abhandlungen der naturf. Ges. zu Halle, Bd. 4, 1858, S. 71). Früher fand er sich jedoch häufig; schon Voigt beschrieb ihn von dort in seinen Kleinen mineralogischen Schriften; Freiesleben gedachte seines Vorkommens in ziemlicher Menge zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts; Heine gab eine ausführliche Beschreibung desselben im Neuen Jahrb. für Min. 1845, S. 147 ff. und Karsten sprach darüber in der Zeitschr. der deutschen *geol. Ges.* Bd. 2, 1850, S. 71.

Mächtigkeit gelangen. So werden nach Andrä die Braunkohlenflötze der Gegend von Halle bisweilen über 7 Lachter mächtig. Nach v. Dechen beträgt die Mächtigkeit des Braunkohlenlagers im Brühler Revier, zwischen Cöln und Bonn, auf dem westlichen Gehänge über 13 Lachter, während sie auf dem östlichen Gehänge zwischen $^{3}/_{4}$ und 9 Lachtern schwankt. In der Gegend von Zittau in Sachsen liegt die Braunkohle stellenweise über 70, ja sogar weit über 100 Fuss mächtig, einschliesslich der Zwischenlagen von Thon. Mächtigkeiten von 10 bis 20 Fuss sind sehr gewöhnlich; doch sind die Flötze oft bedeutenden Mächtigkeitswechseln unterworfen, so dass sie bald Anschwellungen, bald Verdrückungen zeigen, und bisweilen zu lauter einzelnen Stöcken dismembrirt erscheinen.

Die Braunkohlenflötze liegen meist zwischen Sand- und Thonschichten, ohne dass in dieser Hinsicht ein bestimmtes Gesetz waltet, indem bald Sand, bald Thon das unmittelbare Hangende oder Liegende bildet; bisweilen erscheint Alaunthon als die Decke der Kohlenflötze. In basaltischen Regionen treten auch Basalttuffe über, unter oder zwischen den Flötzen auf. Wo mehre Flötze vorkommen, da werden solche durch mehr oder weniger mächtige Zwischenmittel von Sand, Thon, Schieferthon oder anderen Gesteinen getrennt. Nicht selten kommen zwei oder drei Flötze über einander vor, bisweilen auch noch mehre; bei Riestädt unweit Sangerhausen sind 5, bei Muskau in der Lausitz 6, in der Mark Brandenburg oft 7 Flötze vorhanden; im Westerwalde kommen nach Stifft 5, ja nach Erbreich sogar 8 Flötze vor, von denen jedoch die drei oberen nicht abgebaut werden.

Ueber die nur untergeordnet oder auch selten vorkommenden Materialien der nordteutschen Braunkohlenformation mögen folgende Bemerkungen genügen.

*a* Opal und Opalschiefer. Am Quegsteine bei Muffendorf u. a. O. unweit Bonn enthalten die Quarzite, Hornsteine und kieseligen Sandsteine oft Halbopal und Opaljaspis; bei Rott bildet Halbopal nebst Polirschiefer sogar schmale Schichten in und über der dortigen Papierkohle; ja, manche dieser Schichten, welche besonders viele Pflanzenabdrücke enthalten, erscheinen als bituminöse, schwärzliche Kieselschiefer.

*b.* Polirschiefer, sowie Lagen von Kieselguhr begleiten die Papierkohle von Rott unweit Bonn; weit mächtiger erscheinen sie in dem Braunkohlenlager von Liessem bei Godesberg, welches in Streifen und Partieen so reichlich mit diesen Beimengungen versehen ist, dass sein Material als Kohle ganz unbrauchbar wird; dieses Lager ist 19 bis 52 Fuss stark. Geogn. Beschr. des Siebengebirges von v. Dechen, S. 205.

*c.* Mergel und Kalkstein; beide sind nur in wenigen Gegenden bekannt. So berichtet Andrä, dass bei Halle, vorzugsweise in der Nähe der Kohlenflötze, gelblichgrauer bis brauner, erdiger Mergel in bisweilen mehre Fuss mächtigen Schichten auftritt. Bei Striese und Schmarken, unweit Prausnitz in Schlesien, liegt ein dichter kreideähnlicher Kalkstein über der Braunkohle; derselbe enthält Pflanzenabdrücke, eben so wie der Mergel von Stedten unweit Halle.

*d.* Gyps. Als accessorischer Gemengtheil ist er nicht selten in den verschiedenen thonigen Gesteinen und in der Braunkohle selbst, welche bisweilen dermaassen mit Gyps imprägnirt ist, dass ihre Asche grossentheils daraus besteht. Er

erscheint aber auch bisweilen als erdiger Gyps in schmalen Schichten (z. I
den Mergeln bei Dölau, Zscherben und Nietleben unweit Halle), sowie als Thoi
und krystallinischer Gyps in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Diess le
ist der Fall in Oberschlesien und Polen, wo sich eine eigenthümliche, von v. C
beschriebene Gyps- und Mergelbildung vorfindet, welche die dortige B
kohlenformation mit den karpathischen Gyps- und Steinsalzbildungen in Verbin
bringt*). Dahin gehören in Oberschlesien die Gypsmassen von Dirschel und
scher auf dem linken, und jene von Czernitz, Krziskowitz und Pschow aul
rechten Ufer der Oder, deren Gestein theils als sogenannter Lehmgyps, thei
krystallinischer Gyps ausgebildet ist, und im letzteren Falle oft aus bis fussgr
linsenförmigen Krystallen besteht; dahin gehören auch nach Gumprecht die C
von Wapno und Inowroclaw in Posen. Sehr interessant ist es, dass in dem G
von Czernitz, so wie in dem ihn einschliessenden blaulichgrauen Thone durch
Conchylien und Foraminiferen der Wiener Formation nachgewiesen worden
Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 225.

*e.* Sphärosiderit und Thoneisenstein. Der thonige Sphärosiderit k
gewöhnlich in den Thonen oder thonigen Sandsteinen, bisweilen auch in den
chyt- oder Basalttuffen der Braunkohlenformation vor. Er bildet theils stetig
gedehnte Schichten von 1 bis 18 Zoll Mächtigkeit, welche oft mehrfach (bis z
über einander liegen, theils flach ellipsoidische Nieren, welche mitunter b
6 Fuss im Durchmesser und 3 Fuss Dicke erreichen. Besonders das niederrh
sche Braunkohlenrevier bei Bonn ist reich daran. Nach aussen sind diese N
gewöhnlich in braunen Thoneisenstein umgewandelt, welcher ebenfalls in
gleichen concentrisch-schaligen, in der Mitte bisweilen hohlen Nieren (sogenai
Adlersteinen) vorkommt. Auch finden sich hier und da Schichten von dünn
ligem und linsenförmig-körnigem Thoneisenstein. Die im Soonwalde, aul
Höhen des Hunsrücks, unter so merkwürdigen, von Nöggerath beschriebenen
hältnissen vorkommenden Nieren oder Kugeln von Brauneisenerz und Psilo
stecken gleichfalls in einer der Braunkohlenformation angehörigen Thonbild
Auch ein grosser Theil des oberschlesischen sogenannten Thoneisensteingebirge
hört nach v. Carnall der Braunkohlenformation an; so der bei Karlsruhe und K
burgerhütte, bei Oppeln, Ratibor und anderen Orten; die Eisensteine sind
reine, theils sandige Sphärosiderite, deren Knollen im Thone oder Sande liege

*f.* Eisenkies. Dieses, als accessorischer Bestandtheil der Thone und
Braunkohlen so gewöhnlich vorkommende Mineral ist bisweilen dermaassen a
häuft, dass die betreffenden Schichten als förmliche Kiesflötze bezeichnet und,
hufs der Vitriol- und Alaungewinnung, abgebaut werden; wie bei Olbersdorf u
Zittau in Sachsen. Tamnau hat gezeigt, dass sich noch jetzt in der Braun
Eisenkies bildet, wobei die Kohle brüchig wird, sich aufbläht und endlich ze
während sich gleichzeitig Schnüre von Pyrit oder Markasit entwickeln. Zeits
der deutschen geol. Ges. Bd. 13, S. 356.

Die vorwaltenden Materialien der Braunkohlenformation, zu wel
besonders die sandigen und die thonigen Gesteine gehören, bilden
oder weniger mächtige Schichtensysteme, denen die Braunkohlenflötze ei
schaltet sind. In manchen Gegenden, wie z. B. bei Bonn, bei Wurzen in S
sen, bei Belgern, bilden Sandsteine und Quarzite die tiefsten Schichten,
welchen die Thone und die Braunkohlen folgen. Die Sande spielen bald
sehr vorwaltende, ja fast alleinherrschende Rolle, wie in der Mark Brandenb

*) Ueber die Fortsetzung dieser Gypsbildung nach Galizien hinein gab Alth eine
reiche Abhandlung im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 9, 1858, S. 143 ff.

bei Halle, in der Gegend zwischen Leipzig, Frohburg und Grimma; bald fehlen sie fast gänzlich, wie im Westerwalde und auf der Rhön, wo die Thone sehr vorwalten. In noch anderen Gegenden erscheinen thonige und sandige Schichten in fortwährender Wechsellagerung.

In der Mark Brandenburg und in den angränzenden Gegenden ist der Sand so vorwaltend, dass Girard erklärte, man könne im Allgemeinen sagen: alle dortigen Braunkohlen liegen im Sande; denn was man bisher in fast allen Fällen unter ihnen, mit ihnen und über ihnen gefunden habe, sei hauptsächlich Sand, und da, wo keine Kohlen vorkommen, werde die ganze Bildung durch eine mehr oder weniger mächtige Sandablagerung vertreten (Die norddeutsche Ebene, S. 65). Anders scheint es sich in Westpreussen und Posen zu verhalten. Auf dem linken Ufer der Weichsel, von Thorn über Schwetz bis Neuenburg ist nach Gumprecht ein blaulichgrauer Thon ausserordentlich verbreitet, in welchem bei Fordon 5 Braunkohlenlager liegen; noch bei Dirschau hat ein 300 F. tiefes Bohrloch blauen Letten mit Braunkohlenspuren durchbohrt, bis es die Mergel der Jura- oder Kreideformation erreichte, und auch aufwärts von Thorn kennt man auf beiden Weichselufern vielorts in Posen und Polen denselben Thon mit Braunkohlen. Im Thale der Braa bei Bromberg ist er anstehend, und in Bromberg selbst wurde Braunkohle erbohrt. Zu beiden Seiten der Warthe, von Konin in Polen über Posen, Birnbaum bis Meseritz verbreitet sich dieser Thon bis an die Gränzen von Brandenburg und Schlesien (Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 19, 1845, S. 627 ff.). Dieser blaulichgraue Thon der Warthe- und Weichselgegenden ist nach Girard verschieden von dem über ihm liegenden Septarienthone (Die norddeutsche Ebene, S. 74), und dürfte dort die Braunkohlenformation repräsentiren, da er nicht nur Braunkohlen enthält, sondern auch sowohl bei Ciechocinek südöstlich von Thorn, als auch bei Dirschau unmittelbar der Juraformation aufliegend gefunden wurde. Auch Beyrich bemerkt, dass dieser Thon nach den Beobachtungen v. Mielecki's ein in Wechsellagerung mit den Gliedern des älteren Braunkohlengebirges abgesetztes und dieser selbst noch angehöriges Gestein sein könne (Ueber den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, S. 16).

Die Unterlage der Braunkohlenformation wird von sehr verschiedenen Formationen gebildet; interessant ist es aber, dass nicht selten auch Basalt als das unmittelbare Liegende auftritt, wie im Westerwalde, in der Wetterau und in der Rhön; eine Erscheinung, welche eben so wie das bisweilige Auftreten regelmässig eingeschichteter Basalttuffe, den Beweis liefert, dass basaltische Eruptionen oftmals der Braunkohlenformation vorausgegangen sind. Dasselbe gilt von den Trachyten des Siebengebirges. Da aber die Formation auch häufig von Basaltgängen durchsetzt, oder von Basaltdecken und Basaltkuppen überlagert wird, so folgt, dass die basaltischen Eruptionen sich mehrmals wiederholt und überhaupt während einer längeren Zeit ereignet haben müssen. In den meisten Gegenden Nordteutschlands wird jedoch die Braunkohlenformation nur von quartären Bildungen überlagert, aus welchen sie auch oft unbedeckt zu Tage austritt.

Die Lagerung der nordteutschen Braunkohlenformation ist keinesweges immer so regelmässig, als man es von einer so neuen Bildung erwarten sollte. Nicht nur am Fusse der Gebirgsketten, nicht nur da, wo sie mit Basalten oder Phonolithen in Conflict gerieth, sondern selbst mitten in den Gegenden des Tieflandes und fern von allen eruptiven Gesteinen kommen oft sehr gestörte

Lagerungsverhältnisse vor, welche beweisen, dass auch diese neogene Tertiärbildung oftmals von bedeutenden Convulsionen der äusseren Erdkruste betroffen worden ist. Aufrichtungen und Faltungen der Schichten, Verwerfungen und theilweise Hebungen oder Senkungen ganzer Schichtensysteme gehören zu den gar nicht seltenen Erscheinungen. Wo dergleichen Störungen durch Basalte oder Phonolithe bewirkt worden sind, welche die Braunkohlenformation durchbrochen haben, wie in der Rhön, in der Lausitz und in Hessen, da erscheint auch die Braunkohle selbst, im Contacte mit diesen Gesteinen, oft auffallend verändert, in einem anthracit- oder kokähnlichem Zustande.

Einige Beispiele für solche Umwandlungen der Braunkohle sind bereits im ersten Bande S. 740 und 741 angeführt worden. Was aber die, selbst im Gebiete des nordteutschen Tieflandes vorkommenden Störungen des Schichtenbaus betrifft, so sind wir über solche durch Plettner, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg, belehrt worden. Nirgends, sagt er, ist dort die Formation in ungestörter horizontaler Lagerung angetroffen worden; überall sind die Schichten so stark geneigt, wie sie ursprünglich nicht gebildet worden sein können. Das Fallen der Kohlenflötze beträgt gewöhnlich zwischen 20 und 50°, steigt mitunter bis 80 und 90°, und überschreitet sogar diese Gränze, indem an einigen Punkten offenbar Ueberkippungen Statt gefunden haben. Die Schichten bilden eine Menge von Satteln und Mulden, welche unter sich einen constanten Parallelismus des Streichens von OSO. nach WSW. beobachten, und oft vielfach combinirt sind. Ganz gewöhnlich kommt es auch vor, dass die Flötze, zumal in der Nähe der Sattel- oder Muldenlinien, von Klüften durchsetzt werden, welche oft weithin dem Streichen parallel verlaufen, und fast immer von einer einseitigen Senkung begleitet werden. Diese Verwerfungsklüfte sind stets so scharf eingeschnitten, und zeigen so glatte und ebene Flächen, wie sie selbst in festen Gesteinen nur selten beobachtet werden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 460 f. Die Abhandlung ist reich an vielen höchst interessanten Thatsachen, welche diese allgemeinen Bemerkungen bestätigen.

Auch Girard beschreibt in seinem Werke über die nordteutsche Ebene viele sehr instructive Profile, aus denen diese gestörten Lagerungsverhältnisse zu ersehen sind. Mit Recht nimmt er an, dass diese Faltungen und Stauchungen der Schichten nur die Folge grossartiger Rutschungen und Verschiebungen sind, welchen die weichen und noch plastischen Schichten nach ihrer Ablagerung unterworfen waren; a. a. O. S. 72.

## §. 467. *Organische Ueberreste und Alter der nordteutschen Braunkohlenformation.*

Durch ihre organischen Ueberreste wird die nordteutsche Braunkohlenformation im Allgemeinen als eine Süsswasserbildung charakterisirt, indem die darüber folgenden marinen Schichten mit ihr selbst in keinem wesentlichen Verbande zu stehen scheinen*). Das nordteutsche Tiefland mag zur Zeit der Braunkohlenformation von vielen grösseren und kleineren, aber seichten Süsswasserseen und von ausgedehnten Mooren erfüllt gewesen sein, in deren Umge-

*) Auch Beyrich erklärt die nordteutsche Braunkohlenformation für eine Süsswasserbildung, wogegen Girard und Herter sie grossentheils für eine Meeresbildung zu halten geneigt sind.

bung eine üppige Vegetation Statt fand, während gleichzeitig durch die, zufolge einer Hebung der südlich vorliegenden Gebirge, ausserordentlich gesteigerte Fallthätigkeit aller Flüsse ungeheuere Massen von Treibholz hinabgeschwemmt wurden. Der solchergestalt mit Sand-, Thon- und Pflanzenschichten bedeckte Landstrich erfuhr aber später verschiedene Senkungen, und wurde grossentheils in Meeresgrund verwandelt, auf welchem sich die über der Braunkohlenformation abgelagerten marinen Schichten ausbildeten.

Was aber das Alter der nordteutschen Braunkohlen betrifft, so folgt sowohl aus ihren Pflanzenresten, als auch aus den sie bedeckenden marinen Schichten, dass sie theils in die oligocäne, theils in die miocäne Periode zu verweisen sind. Thierische Ueberreste kommen überhaupt nicht häufig vor; aber schon diese wenigen Vorkommnisse beweisen, dass die Bildung unserer Braunkohlenflötze gewiss nicht in die eocäne Periode fiel. Dieselbe negative Folgerung und der theils oligocäne, theils miocäne Charakter finden aber ihre vollkommene Bestätigung in den zahlreichen Pflanzenresten, über welche sehr werthvolle Arbeiten von Otto Weber und Göppert geliefert worden sind, indem sich jener die niederrheinische, dieser besonders die schlesische Braunkohlenformation zum Gegenstande seiner Forschungen wählte, während Oswald Heer äusserst wichtige Beiträge zur Kenntniss der Flora anderer Regionen lieferte*).

Uebrigens unterliegt es keinem Zweifel, dass auch in Nordteutschland die Eruptionen der Trachyte und Basalte in die Bildungsperiode der Braunkohlenformation fielen.

Zur Bestätigung aller dieser Resultate dürfte es zweckmässig sein, einige von denjenigen Regionen, deren Pflanzenreste einer gründlichen Untersuchung unterworfen worden sind, etwas specieller durchzugehen, wobei wir von Westen nach Osten vorwärts schreiten wollen.

*a.* Niederrheinisches Becken.

Dieses, zwischen Linz, Düsseldorf und Aachen liegende Becken gewinnt schon deshalb ein ganz besonderes geologisches Interesse, weil es in seinem südlichsten Theile, in den Gegenden des Siebengebirges und weiter aufwärts bis Linz, mit den dortigen Trachyt- und Basaltbildungen auf das Innigste verbunden ist**). Die trachytischen und basaltischen Conglomerate und Tuffe

---

*) Die erwähnten Arbeiten befinden sich im zweiten Bande der von Dunker und v. Meyer herausgegebenen *Palaeontographica*, 1852, S. 115 und 257 ff., ferner in dem Werke: Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation von Wessel und Weber, Cassel 1856, sowie in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. III, S. 391 ff., wo Weber die Resultate seiner früheren Arbeit, und IV, S. 484 ff., wo Göppert eine Uebersicht der Braunkohlenflora des nordöstlichen Teutschland mittheilt, welche er durch die im Jahre 1855 erschienene »Tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien« vervollständigte. Die Resultate von Heer finden sich im dritten Bande seiner *Flora tertiaria Helvetiae*.

**) Wir entlehnen das Folgende aus der trefflichen neuesten Schilderung, welche v. Dechen in seinem Werke: Geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein, Bonn 1861, S. 264 *ff.* mitgetheilt hat.

sind nämlich dort der unteren Abtheilung der Braunkohlenformation eingelagert, so dass sich gewisse Schichten dieser Formation als antetrachytische, andere dagegen als posttrachytische betrachten lassen würden. Doch legt v. Dechen kein besonderes Gewicht auf diese Unterscheidung.

Die oft in losen Sand übergehenden Sandsteine, die Quarzite, Hornsteine und Quarzconglomerate, welche die untere Etage der Formation bilden, sind an vielen Stellen des Siebengebirges ganz entschieden unter dem Trachytconglomerate gelagert, und enthalten namentlich am Quegsteine bei dem Wintermühlenhofe sehr viele Pflanzenabdrücke und verkieselte Hölzer. Ganz ähnliche Gesteine finden sich am Allrott, in dessen Nähe sie von blaulichgrauem Thone mit Nieren von thonigem Siderit unterteuft werden, sowie an der Dollendorfer Hardt, und an einigen anderen Puncten, wo die Hornsteine zum Theil in Polirschiefer übergehen. Auch auf der linken Rheinseite kennt man bei Lannesdorf Sandsteine und sideritführende Thone, welche gleichfalls jenen unteren Schichten angehören dürften, wogegen die bei Muffendorf vorkommenden Sandsteine und Hornsteine über dem Trachytconglomerate liegen.

Die obere Abtheilung der Formation besteht bei einer, weiter nördlich stellenweise bis über 300 Fuss steigenden Mächtigkeit, aus einer Abwechslung von weissen, grauen oder blaulichen Thonen mit grauen oder weissen Sanden, und dazwischen eingeschalteten Flötzen von meist erdiger, bisweilen holziger Braunkohle, von Alaunthon und Lagen von thonigem Siderit*), zu welchen Materialien sich noch hier und dort, wie bei Rott, Linz (am Stösschen) und Orsberg, Lager von Blätterkohle oder Dysodil, mit Streifen von Polirschiefer und Diatomeenpelit, nebst Halbopal und Schieferthonen gesellen.

Nach den neuesten, in v. Dechen's angeführten Werke von Otto Weber mitgetheilten Zusammenstellungen kennt man aus der niederrheinischen Braunkohlenformation bis jetzt überhaupt 247 Species von Pflanzen. Unter diesen befinden sich 120, welche auch in anderen Gegenden bekannt sind; und zwar kommen von diesen 120 Arten

45 auch in der tongrischen Stufe,
89 in der aquitanischen Stufe,
72 in der mainzer Stufe, und
56 in der öninger Stufe **)

vor, weshalb denn die meiste Uebereinstimmung mit der aquitanischen und mainzer Stufe Statt findet. Berücksichtigen wir aber die eigentlichen Leitpflanzen, so werden wir ganz besonders auf die aquitanische Stufe, also auf die obere Oligocänformation verwiesen.

»Etwa die Hälfte aller Arten fällt auf Typen der tropischen und subtropischen, die andere Hälfte auf solche der subtropischen und temperirten Klimate; die meisten entsprechen amerikanischen Arten, und dieser vorwaltend amerikanische Charakter der Flora verweist uns ebenfalls auf die aquitanische Stufe, während den Floren der tongrischen Stufe weit mehr indisch-australische For-

---

*) Der thonige Siderit findet sich theils in stetigen Lagen von einem Zoll bis zu zwei und selbst drei Fuss Mächtigkeit, theils in einzelnen, aber lagenweise vertheilten Nieren, welche zuweilen bis 6 Fuss lang und 3 Fuss dick werden.

**) Wegen dieser Stufen ist oben S. 10 und 11 zu vergleichen.

a zukommen. Höchst auffallend im Gegensatze zu unsrer jetzigen Flora ist ' ungemeine Manchfaltigkeit der Laubbäume, die grosse Zahl immergrüner wächse und das Vorkommen der Palmen.«

Indem wir wegen der Gesammtzahl der Species auf das von Weber a. a. O. i. 355 ff. gegebene Verzeichniss verweisen, heben wir nur die Namen derjenigen Species aus, welche an mehreren Fundorten vorgekommen sind.

*Pteris Göpperti Web.*
*Arundo (Culmites) Göpperti Heer*
* *Cyperus Chavannesi Heer*
*Smilax sagittifera Heer*
*Majanthemophyllum petiolatum Web.*
*Sparganium Braunii Heer*
* *Libocedrus salicornioides Endl.*
* *Glyptostrobus europaeus Heer*
*Cupressites Brongniarti Göpp.*
*Cupressinoxylon durum Göpp.*
. . . . . . . . *pachyderma Göpp.*
*Pinites protolarix Göpp.*
. . . . *ponderosus Göpp.*
*Stenonia Ungeri Endl.*
÷ *Sequoia Langsdorfii Heer*
*Alnus Kefersteini Göpp.*
*Betula Brongniarti*
÷ *Quercus grandidentata Ung.*
. . . . . *lonchitis Ung.*
. . . . . *neriifolia Braun*
. . . . . *tenerrima Web.*
. . . . . *Göpperti Web.*
* . . . . . *Weberi Heer*
* *Carpinus grandis Heer*
*Ulmus plurinervia Ung.*
* *Planera Ungeri Ett.*
* *Ficus elegans Web.*
÷ * . . . *lanceolata Heer*
* . . . *arcinervis Heer*
. . . *tiliaefolia Braun*
*Liquidambar europaeum Braun*
*Salix arcinervia Web.*
. . . *grandifolia Web.*
* *Laurus primigenia Ung.*
* . . . . *princeps Heer*
. . . . *styracifolia Web.*
. . . . *protodaphne Web.*
*Cinnamomum Rossmässleri Heer*
* . . . . . . . *polymorphum Ung.*
* . . . . . . . *lanceolatum Heer*
*Daphnogene Ungeri Heer*
*Daphnogene elliptica Web.*
* *Nyssa rugosa Web.*
* . . . *maxima Web.*
* . . . *obovata Web.*
† *Echitonium Sophiae Web.*
* *Chrysophyllum nervosissimum Web.*
* *Bumelia Oreadum Ung.*
* *Sapotacites minor Heer*
*Diospyros Myosotis Ung.*
* *Dombeyopsis Decheni Web.*
*Grewia crenata Heer*
* *Acer trilobatum Braun,* in mehren Varietäten.
. . . *integrilobum Web.*
. . . *pseudocampestre Ung.*
. . . *vitifolium Braun*
. . . *dubium Web.*
. . . *cyclospermum Göpp.*
* *Malpighiastrum lanceolatum Ung.*
*Malpighia glabraefolia Web.*
*Dodonaea prisca Web.*
* . . . . . *pteleaefolia Web.*
*Celastrus scandentifolius Web.*
*Ilex sphenophylla Ung.*
. . . *dubia Web.*
† *Rhamnus Decheni Web.*
. . . . . *acuminatifolius Web.*
*Juglans ventricosa Brong.*
. . . . *acuminata Braun*
. . . . *bilinica Ung.*
*Carya elaenoides Ung.*
*Pterocarya denticulata Web.*
*Rhus Noeggerathi Web.*
*Xanthoxylon Braunii Web.*
*Combretum europaeum Web.*
*Rosa dubia Web.*
* *Dalbergia retusaefolia Web.*
*Gleditschia gracillima Web.*
*Cassia phaseolites Ung.*
*Ceratonia septimontana Web.*
*Cucubalitis Goldfussi Göpp.*

Die 5 mit ÷ bezeichneten Species finden sich nach Weber besonders häufig in dem Sandsteine vom Quegstein und an der Hardt, während die 23 mit * bezeichneten Species zu den häufigsten Formen gehören, welche bei Rott, dem reichsten Fundorte vorkommen, an dem nicht weniger als 206 Species bekannt sind. Ueberhaupt liefern

die Lager der Blätterkohle und die mit ihnen verbundenen kieseligen Schiefer die meisten Pflanzenreste (Rott, Orsberg, Stösschen, Liessem); auch die Sandsteine vom Quegsteine und Allrott sind, obwohl nur in einzelnen Lagen, reich an Blattabdrücken; die thonigen Siderite liefern stellenweise, wie bei Dambroich und Lengsdorf, ausgezeichnet schöne Abdrücke.

Während die Blätterkohle ausserordentlich viele Blattabdrücke enthält, so fehlen solche gänzlich in den mächtigen Lagern der erdigen Braunkohle, in denen fast nur Hölzer, theils in Stämmen, theils in Fragmenten vorkommen, welche als *Cupressinoxylon pachyderma*, *C. pallidum*, *Pinites protolarix*, *P. ponderosus* u. s. w. bestimmt worden sind. Die Stämme liegen meist horizontal, und sind dann platt gedrückt, erreichen aber zuweilen sehr bedeutende Dimensionen; auf der Grube Bleibtreu fanden sich einmal zwei horizontale, platt gedrückte Stämme, von denen der eine 45 Fuss lang, 4 Fuss breit und 6 Zoll dick, der andere über 39 Fuss lang, 14 Fuss breit und 17 Zoll dick war. Selten kommen auch aufrechte Stammtheile mit noch ansitzenden Wurzelstöcken vor. Nöggerath beschrieb schon vor längerer Zeit ein paar solcher Stämme von Friesdorf bei Bonn, deren einer 7, der andere 11 Fuss dick war, und später ist ebendaselbst einer von 12 Fuss Durchmesser gefunden worden. Auf der Grube Bleibtreu am Siebengebirge entdeckte man nicht weniger als 35 aufrechtstehende Stämme, von denen die stärksten 9 Fuss im Durchmesser hatten; v. Dechen a. a. O. S. 344; ja Hartig fand daselbst einen 11 Fuss dicken Stamm, dessen Jahresringe durchschnittlich $^1/_{47}$ Zoll dick waren, so dass dieser, dem Genus *Campoxylon* angbörige Cypressenbaum mindestens 3000 Jahr gelebt haben musste; Botan. Zeitung, 1853, S. 604.

Der Dysodil, die Polierschiefer und Diatomeenpelite bestehen grossentheils oder gänzlich aus Kieselpanzern von Diatomeen, unter welchen namentlich *Gallionella lineata*, *Discoplea comta* und *Cocconema Leptoceras* sehr zahlreich und oft massenhaft vorkommen; ja, die letztgenannte Species bildet fast ausschliesslich den Polierschiefer von Liessem.

Thierische Ueberreste sind weit seltener, und stammen durchaus nur von solchen Thieren, welche auf dem Lande oder in Landgewässern leben. Von Mollusken kennt man aus dem Hornsteine von Muffendorf *Limnaeus corneus* und *subpalustris*, *Planorbis cornu* und *P. pseudoammonius*, auch *Litorinella acuta*; dazu gesellt sich *Cypris angusta*. In der Papierkohle finden sich nicht selten Insecten, deren bereits an 50 Species bekannt sind; dieselbe Kohle beherbergt viele Abdrücke von Fischen, besonders aus der Gattung *Leuciscus*, wie namentlich *L. papyraceus*, *L. macrurus*, *L. tarsiger*, *L. puellaris* u. a. Von Reptilien kommen theils bei Rott, theils bei Orsberg unter anderen vor: *Andrias Tschudii*, *Palaeobatrachus gigas* und *P. Goldfussi*, *Rana Meriani*, *Chelydra Decheni*; von Säugethieren kennt man einzelne Reste von *Sus brevirostris*, *Rhinoceros incisivus*, von Hirschen, Wieseln u. s. w.

### *b.* Braunkohlenbildungen der Rhön.

Die hohe Rhön, dieses von Süden nach Norden gestreckte Plateau, besteht wesentlich aus Basalt, basaltischen Tuffen und aus der Braunkohlenformation, welche letztere am westlichen und östlichen Plateaurande zu Tage austritt, und im Westen bei Tann, Batten und Sieblos, im Osten bei Kaltennordheim, im Eisgraben bei Fladungen, bei Bischofsheim und anderen Orten durch den Bergbau aufgeschlossen worden ist.

Aus den lehrreichen Abhandlungen, welche Hassenkamp über diese Braunkohlenbildungen veröffentlicht hat*), und aus denen durch Heer bestimmten Pflanzenresten ergiebt sich, dass auf der Rhön Ablagerungen von verschiedenem Alter vorkommen, weshalb wir einige Localitäten besonders betrachten wollen.

**Sieblos.** Hier kennt man über dem Buntsandsteine von unten nach oben weissen Sand und Thon, über welchen etwas graulichweisser Mergel und dann ein Kohlenflötz liegt, welches zu unterst aus Glanzkohle, weiter aufwärts aus schwarzer bis schwärzlichbrauner Papierkohle, Glanzkohle und ein paar eingeschalteten Mergelschichten besteht; zuletzt folgt Basaltgerölle, welches wohl von der östlich vorliegenden basaltischen Wasserkuppe stammt.

Von den 46 bei Sieblos gefundenen Pflanzenspecies werden die folgenden theils als häufige (!) theils als nicht sehr seltene genannt:

| | |
|---|---|
| *Callitris Brongniarti Ung.* | *Nelumbium Casparianum Heer* |
| *Libocedrus salicornioides Endl.* | *Eugenia häringiana Ung.* |
| *Phragmites oeningensis Heer* | *Sapindus falcifolius Brong.* |
| *Quercus lonchitis Ung.* | *Ilex stenophylla Ung.* |
| *Cinnamomum Scheuchzeri Heer!* | *Rhus cassiaeformis Ett.!* |
| *Persoonia Daphnes Ett.!* | *. . . stygia Ett.!* |
| *Dryandroides acuminata Ung.* | *Engelhardtia Hassencampi Heer* |
| *Andromeda protogaea Ung.* | *Acacia parschlugiana Ung.* |
| *. . . . . . . reticulata Ett.* | *Mimosites häringiana Ett.!* |



Diese und die übrigen Pflanzen von theilweise tropischem und subtropischem Charakter beweisen nach Heer, dass die Braunkohlenbildung von Sieblos der tongrischen Stufe angehört oder mittel-oligocän ist.

Von thierischen Ueberresten finden sich *Paludina Chastelii*, *Planorbis depressus*, *Limnaeus fabula*, *Melania inflata*, viele Insecten, Cypris, Fische der Gattungen *Smerdis*, *Perca* und *Lebias*, sowie *Palaeobatrachus gracilis*, welche die aus den Pflanzenresten gezogenen Folgerungen bestätigen, und die ganze Bildung als eine limnische charakterisiren.

**Kaltennordheim.** Auf dem Muschelkalke liegt zunächst Süsswassermergel, darüber 120 Fuss mächtig grauer, brauner und blaulicher Thon, dem eine Schicht kalkiger Cyprisschiefer folgt, über welcher vier nicht sehr mächtige und durch Lettenschichten getrennte Kohlenflötze gelagert sind; eine sehr mächtige Thonablagerung und Basaltgerölle beschliessen die ganze Schichtenfolge. Die Kohle ist eine compacte mit Lignit gemengte Braunkohle, in welcher die Früchte *Carpolithes kaltennordheimensis* ausserordentlich häufig vorkommen.

Ausserdem führt Heer noch

| | |
|---|---|
| *Glyptostrobus europaeus Ung.* | *Rhamnus Decheni Web.* |
| *Cinnamomum Scheuchzeri Heer* | *Labatia salicites Web.* |
| eine *Flabellaria* | *Cassia lignitum Ung.* |

*) Im Neuen Jahrbuche für Min. 1858, S. 441 ff; in Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Ges. in Würzburg, Bd. VII, S. 183 ff. und Bd. VIII, S. 185 ff., sowie in der Würzburger naturwiss. Zeitschrift, Bd. I, 1860, S. 193 ff.

und eine Art von *Sapindus* auf, wozu noch aus den oberen Schichten nach Hassenkamp

| | |
|---|---|
| *Acer trilobatum Braun* | *Gardenia Wetzleri Heer* |
| *Alnus Kefersteinii Ung.* | *Carya ventricosa Braun* und |
| *Betula prisca Ett.* | *Carpolithes impressus Heer* |

kommen. Diese Pflanzenreste scheinen auf eine miocäne Bildung zu verweisen.

Im Eisgraben bei Fladungen liegt die aus bituminösen Schieferthonen, aus Schieferkohle und Moorkohle in sehr geringer Mächtigkeit bestehende Braunkohlenbildung über Basalt und Basalttuff*), und wird eben so von dergleichen Tuff bedeckt; sie fällt also mitten in die Periode der basaltischen Eruptionen.

Als häufiger vorkommende Pflanzenreste nennt Hassenkamp:

| | |
|---|---|
| *Glyptostrobus europaeus Ung.* | *Laurus primigenia Ung.* |
| *Pterospermites vagans Heer* | *Rhamnus Decheni Web.* |
| *Acer trilobatum Braun* | *Carpolithes kaltennordheimensis Zenk.* |

In den bituminösen Schieferthonen finden sich schöne Abdrücke von *Leuciscus papyraceus Ag.* und *Cobitis brevis Meyer.* Aus diesem Allen folgern Heer und Hassenkamp, dass die Kohlenbildung im Eisgraben eben so wie die obere Abtheilung von Kaltennordheim der mainzer Stufe angehören, oder miocän sind.

Dass aber auch diese Braunkohlen zu den Süsswasserbildungen gehören, diess ergiebt sich, wie schon aus den genannten Fischen und Cyprisschiefern, so auch daraus, dass bei Roth in den zugehörigen Mergelschiefern *Anodonta crassissima Emmr.*, *Paludina obtusa Sandb.*, eine *Melania*, ein *Planorbis* und eine *Litorinella* vorkommen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 11, S. 347.

Bischofsheim. Ueber dem Muschelkalke breitet sich eine mächtige Ablagerung von grünlichgrauem, mit Kalksteingeröllen gemengtem Thone aus, auf welchem sich weiter abwärts im Fallen der Schichten eine Schicht grünlichen Schieferthons auflegt, welche sehr reich an Pflanzenabdrücken ist. Dann folgen ganz nahe über einander fünf Kohlenflötze, welche von unten nach oben an Mächtigkeit abnehmen, durch Zwischenlagen von sandigem Alaunthon getrennt, und von einem graulichgelben Thone mit Basaltgeröllen bedeckt werden.

Als theils häufige (!), theils nicht seltene Pflanzenreste erwähnt Hassenkamp nach Heer die folgenden:

| | |
|---|---|
| *Libocedrus salicornioides Endl.* | *Fagus Deucalionis Ung.!* |
| *Glyptostrobus europaeus Ung.* | *Quercus drymeia Ung.* |
| *Liquidambar europaeum Braun* | *Cinnamomum lanceolatum Heer!* |
| *Populus latior Braun* | *Pterospermites vagans Heer* |
| *Betula prisca Ett.!* | *Acer trilobatum Braun* |
| .... *subpubescens Göpp.!* | *Carya ventricosa Braun.* |

Schon diese, und noch andere seltenere Formen verweisen nach Heer die Bildung von Bischofsheim in die oeninger Stufe, oder in die obermiocäne Periode; wie denn namentlich das häufige Vorkommen von Buchen, Birken und Pappeln für das jüngere Alter derselben spricht.

### c. Thüringisch-sächsisches Becken.

Dieses Becken**), innerhalb dessen sich eigentlich viele kleinere, von einander getrennte Becken unterscheiden lassen, ist auf seine Pflanzenreste noch

*) Auch bei Weisbach liegt das stellenweise sehr mächtige Glanzkohlenflötz über Basalt.

**) Ueber die nordwestliche, zwischen Halle, Eisleben, Sangerhausen, Frankenhausen,

nicht so vollständig untersucht worden, wie das nieder-rheinische Becken, indem nur von einzelnen Localitäten desselben ausführlichere Angaben vorliegen. Diese reichen jedoch hin, um auch für dieses Gebiet der nordteutschen Braunkohlenformation den oligocänen Charakter darzuthun.

Zu Runthal (bei Teuchern unweit Weissenfels) beginnt die dem Buntsandsteine aufgelagerte Formation mit einer 30 bis 40 Fuss mächtigen Geröll-Ablagerung; darüber folgt eine 3 bis 4 Fuss starke Schicht eines weichen, hellfarbigen, an Pflanzenresten reichen Thones, ferner 10 Fuss Sand, und endlich das über 7 Lachter mächtige Braunkohlenflötz, welches zunächst von Thon und dann von diluvialem Geröll und Lehm bedeckt wird.

Unter den Pflanzenresten der vorerwähnten Thonschicht erscheinen nach Heer besonders häufig *Quercus furcinervis Rossm.* und *Chrysophyllum reticulatum Rossm.*, welche auch bei Altsattel in Böhmen bekannt sind; mit ihnen finden sich

*Dryandroides laevigata Heer* — *Celastrus Andromedae Ung.* und
*Eucalyptus oceanica Ung.* — *Laurus primigenia Ung.*,

welche anderweit in der tongrischen und aquitanischen Stufe auftreten; ferner

*Aspidium lignitum Gieb.* — *Ceratopetalum myricinum Lah.*
*Laurus Lalages Ung.* — *Echitonium Sophiae Web.* und
*Notolaea eocaenica Ett.* — *Callistemophyllum Giebeli Heer.*

Bei Nietleben (unweit Halle), bei Teuditz und einigen andern Orten ist in der Braunkohle *Taxites Ayckii Göpp.*, und am erstgenannten Orte zugleich das *Taxodioxylon Göpperti Hart.* gefunden worden, welches Holz das meiste Material des dortigen Kohlenflötzes, ja nach Hartig die Hauptmasse fast aller in der nächsten Umgebung des Harzes vorkommenden Braunkohlenflötze geliefert haben dürfte; selbst in der erdigen Braunkohle soll sich die Zusammensetzung aus Brocken dieses Holzes grossentheils noch mit Sicherheit erkennen lassen *).

Bei Skopau (zwischen Halle und Merseburg) erscheinen am häufigsten die Blätter von *Sterculia Labrusca Ung.*; nächst ihnen *Myrica Germari*, *Apocynophyllum nereifolium*, *Diospyros vetusta*, *Myrsine formosa*, *Dryandroides aemula*, *D. crenulata*, *Ficus Giebeli*, auch mehre der oben von Runthal aufgeführten Species, nebst *Sassafras germanica*, *Glyptostrobus europaeus*, *Araucarites Sternbergi* und einige andere Arten.

---

Artern und Querfurt gelegene Region dieses Bassins gab Herter eine Abhandlung nebst Karte in den Abhandl. der naturf. Ges. zu Halle, Bd. IV, 1858, S. 41 ff. Schon früher veröffentlichte Müller über einen Theil derselben Region eine lehrreiche Abhandlung in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 6, 1854, S. 707 ff. Ueber die Umgegend von Halle ist zu vergleichen der Text zu der geognostischen Karte derselben von C. J. Andrae, 1852, S. 72 ff. und über Merseburg, Giebel in Zeitschr. für die ges. Naturw. 1858, S. 350 f.

*) Ueber die Hölzer der nordteutschen Braunkohlenformation gab Hartig eine wichtige Abhandlung in der Botanischen Zeitung von 1848, S. 122 f., 137 f., 166 f. und 185 f.; die letzten beiden Abschnitte sind vorzüglich zu berücksichtigen. Hartig hebt es als sehr beachtenswerth hervor, dass, während die subhercynischen Braunkohlenlager selbst fast nur aus Cypressenhölzern bestehen, die über und unter ihnen vorkommenden Pflanzenreste vorherrschend Laubholzblätter sind; eine Thatsache, welche sich nur aus der Annahme erklären lasse, dass das Material der Kohlenflötze als Treibholz zugeschwemmt worden sei.

Bei Riestädt und Holderstädt (unweit Sangerhausen), wo die Flötze aus Moorkohle und vorwaltendem Lignit bestehen, welcher letztere mitunter in sehr grossen Stämmen vorkommt, lieferte nach Hartig das *Taxodioxylon Göpperti* gleichfalls die Hauptmasse der Kohle; doch sind auch noch andere Holzarten nachgewiesen worden. Das etwa 1000 Lachter lange Riestädter Becken enthält sechs Flötze von $3^1/_2$ Lachter summarischer Mächtigkeit, deren Zwischenmittel meist 2 Lachter stark sind; eine sattelförmige Erhebung, der sogenannte Horst, durchsetzt das Becken von Ost nach West, und verursacht eine bedeutende Aufrichtung der Schichten, wobei die längs des Sattelrückens vorkommenden Holzstämme gebogen, geknickt und zerbrochen sind*).

Für die limnische Bildung dieser südöstlich vom Harze gelegenen Braunkohlen spricht das durch Müller nachgewiesene Vorkommen von Süsswasser-Conchylien, namentlich grosser Anodonten, im Thone über der Braunkohle bei Edersleben, unweit Sangerhausen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 2. S. 170. Ihrem Alter nach dürften sie wohl, eben so wie die Braunkohlen der Gegend von Magdeburg und der Mark Brandenburg, in die unteroligocäne Periode zu verweisen sein.

### *d.* Niederschlesisches Becken.

Auffallend verschieden, sagt Heer, ist die Flora des schlesischen Beckens von jener des thüringisch-sächsischen Beckens. Nach Göppert gehört sie zweien verschiedenen Perioden an, weshalb denn auch die dortigen Braunkohlenbildungen in zwei Formationen zerfallen, von denen nach Heer die eine oberoligocän, die andere obermiocän ist.

Die ältere Bildung hat, wie diess Göppert hervorhebt, bis jetzt meist nur Hölzer oder Lignite erkennen lassen, welche in erstaunlicher Menge vorkommen, während andere Pflanzenreste selten sind**). Laasan bei Striegau, Grüneberg, Striese bei Stroppen und viele andere Orte haben das Material für die Untersuchungen Göppert's geliefert. Die zum Theil 30 bis 50 Fuss mächtigen Kohlenlager bestehen theils aus erdiger Braunkohle, theils aus Lignit, welcher letztere oft noch so fest ist, dass er sich wie frisches Holz verarbeiten lässt. Unter diesen Hölzern sind diejenigen von Coniferen, und besonders von Cupressineen ganz vorwaltend, welche daher in vorweltlichen Torfmooren gesellig gelebt haben mögen, innerhalb welcher sie später selbst mehr oder weniger vertorft worden sind, wie die Nadelhölzer und Birken unserer jetzigen Moore.

Vorzüglich massenhaft scheinen

| | |
|---|---|
| *Pinites ponderosus* | *Taxites Ayckei* |
| . . . . *protolarix* | . . . . *ponderosus* und |
| . . . . *geanthracis* | *Cupressinoxylon leptotichum* |

vorzukommen, und die Grösse einzelner Stämme ist erstaunlich. So wurde z. B. bei Striese ein Stamm von *Cupressinoxylon ponderosum* gefunden, welcher 9 Fuss im Durchmesser hatte, und nach der Zahl der Jahresringe gegen 5000 Jahre alt gewesen sein mag; bei Laasan fand sich ein 11 Fuss dicker Stamm von *Pinites protolarix*, dessen Alter auf 2500 Jahre geschätzt wurde.

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 6.

**) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 4. S. 486.

Zu den übrigen Pflanzen gehören z. B. *Glyptostrobus europaeus*, *Alnus rostrata*, *Acer giganteum*, *Ficus tiliaefolia* und andere Species.

Die jüngere Bildung kennt man bei Schossnitz unweit Kanth, 3 Meilen on Breslau. Dort findet sich in einem graulichweissen, nicht schieferigen hone eine überaus reiche Niederlage von fossilen Pflanzenresten, und zwar rösstentheils von Blättern, welche als licht bräunlich gefärbte Abdrücke sehr eutlich erhalten sind. Dieser 12 bis 14 Fuss mächtige Thon liegt auf Sand, inter welchem jedoch Braunkohlen bis jetzt noch nicht aufgefunden werden konnten*).

Göppert hat diese Pflanzenreste genau untersucht, und gefunden, dass sie überhaupt auf 139 Arten, und insbesondere auf nicht weniger als 130 verschiedene Arten von Bäumen und Sträuchern zu beziehen sind, unter welchen Eichen, Birken, Weiden und Ulmen vorzüglich vorwaltend erscheinen. Wahrhaft tropische Formen werden gänzlich vermisst; doch lassen die zahlreichen immergrünen Eichen, die Taxodien und Libocedriten noch auf ein wärmeres Klima schliessen, als es gegenwärtig dort Statt findet.

Die meisten Arten sind für den Fundort eigenthümlich, und die Flora ist überhaupt ganz verschieden von jener der schlesischen Braunkohlenformation; sie zeigt noch die grösste Aehnlichkeit mit der Flora von Oeningen und Sinigaglia. Daher erklärte sie Göppert anfangs für pliocän; neuere vergleichende Untersuchungen haben ihn jedoch veranlasst, sie in die obere Abtheilung der miocänen Formation zu verweisen.

Damit stimmt auch die Ansicht überein, welche Heer ausgesprochen hat. Schon Beyrich erklärte sich gegen jene anfängliche Deutung, und glaubte die Pflanzenablagerung von Schossnitz mit den braunkohlenführenden Tertiärbildungen der Mark Brandenburg vereinigen zu müssen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 7, 1855, S. 300.

*e.* **Braunkohle in Mecklenburg.**

Bei Bokup und Mallis, 1 Meile nördlich von Dömitz im Grossherzogthume Mecklenburg-Schwerin, tritt die Braunkohle unter recht interessanten Verhältnissen auf, welche zuletzt von F. E. Koch genau beschrieben worden sind**).

Ueber der Kreideformation, welche bei Carentz, nordöstlich von Bokup, in 45° nach Südwesten einfallenden Schichten entblösst ist, liegt bei Sülze und Mallis eine über 100 Fuss mächtige, nach oben gelblichgraue, nach unten grünlichgraue, mit bis 3 Fuss langen Septarien versehene Thonablagerung, welche auch durch ihre organischen Ueberreste als Septarienthon charakterisirt ist;

*) Vergl. Göppert, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 4, S. 487, besonders aber dessen Werk: die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien, 1855.

**) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 249 ff. Schon vor längerer Zeit (1825) gab Brückner in seinem Buche: »Wie ist der Grund und Boden Meklenburgs geschichtet« S. 64 f. eine Beschreibung der bereits im 16. Jahrhunderte bekannten Braunkohlenbildung von Bokup. Neuere Mittheilungen über sie von Boll finden sich in der so eben citirten Zeitschrift, Bd. 3, S. 460 f.

also eine entschieden marine mitteloligocäne Etage, deren marine Bildung sich sogar durch einen nicht unbedeutenden Gehalt an Kochsalz zu erkennen giebt.

Auf diesen Septarienthon folgt nun ein, aus verschiedenen mächtigen Sandschichten, aus Alaunthon und aus zwei, 12 und 6 Fuss mächtigen Braunkohlenflötzen bestehendes Schichtensystem, welches wohl gegen 200 Fuss Mächtigkeit erreicht, und nach oben, 25 Fuss über dem oberen Kohlenflötze, eine 3 bis 10 Fuss mächtige sehr harte Sandsteinschicht mit miocänen marinen Conchylien umschliesst. Obgleich diese Conchylien nur als Steinkerne und Abdrücke erhalten sind, so lassen sie sich doch grösstentheils noch sicher bestimmen, weshalb über die wahre bathrologische Stellung dieser Sandsteinschicht gar kein Zweifel obwalten kann*).

Da nun dieser Sandstein nur ein integrirender Theil des ganzen kohleführenden Schichtensystems ist, da auch in dem unter ihm liegenden grauen Sande von Hoffmann und Boll Conchylien mit wohl erhaltener Schale, und von Koch sehr charakteristische Foraminiferen gefunden worden sind, so dürfte es entschieden sein, dass die Braunkohlen von Bokup der Miocänformation angehören, während die meisten anderen Braunkohlen Nordteutschlands in die oligocäne Periode zu verweisen sind. Dieselbe Braunkohlenbildung scheint sich übrigens, nach den Mittheilungen von Meyn und Boll, von Dömitz aus östlich weit hinein nach Meklenburg, und auch westlich in Holstein zu verbreiten**).

### §. 468. *Fortsetzung; das preussische Bernsteinland.*

Wir beschliessen unsere Betrachtungen der nordteutschen Braunkohlenformation mit einer Darstellung des sogenannten Bernsteinlandes oder des Samlandes.

Dieser durch seinen Reichthum an Bernstein berühmte Küstenstrich Preussens ist in der neuern Zeit auf seine geognostischen Verhältnisse so gründlich untersucht worden, dass jeder Zweifel über das tertiäre und zwar das unteroligocäne Alter des dortigen Bernsteins verschwinden muss. Dem Professor Zaddach gebührt das Verdienst, die Lagerungs-Verhältnisse zuerst genau festgestellt und die schon früher von Thomas erkannte Ueberlagerung der bernsteinführenden Schicht durch marine Tertiärgebilde bestätigt zu haben.

Ueber das Alter des nordteutschen Bernsteins sind noch in neuerer Zeit verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Man hielt ihn aber doch meist für ein Product der mittleren oder miocänen Periode, bis Göppert im Jahre 1853, auf Grund specieller Untersuchungen der im Bernsteine eingeschlossenen Pflanzenreste den Gedanken aufstellte, dass die Bernsteinflora der pliocänen, ja vielleicht gar der

---

*) Dieser schon von Brückner (a. a. O. S. 88) hervorgehobene conchylienführende Sandstein gehört nach Beyrich in dasselbe Niveau, wie der Sandstein von Reinbeck in Holstein. Auch am linken Elbufer, südlich von Dömitz bei Langenberg, fand Koch Blöcke desselben Sandsteins. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 276.

**) Meyn, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 3, S. 432 ff. und Boll, ebendas. S. 44[illegible]

diluvialen Periode angehöre; welche letztere Vermuthung schon früher von Berendt und Girard ausgesprochen worden war*), und von Göppert durch die Behauptung unterstützt wurde, dass nirgends in Teutschland in der Braunkohlenformation selbst, sondern nur in dem darüber liegenden Diluvio Bernstein gefunden worden sei.

Wenn auch diese Behauptung für den meisten Bernstein richtig ist, wie noch Girard ausführlich gezeigt hat, so ist dennoch hier und da Bernstein wirklich in der Braunkohlenformation vorgekommen (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 11 und Bd. 9, S. 500, auch Bd. 16, S. 191.) Da nun die Insectenfauna des Bernsteins einer jetzt gänzlich ausgestorbenen Schöpfung angehört, und vermuthet werden konnte, dass sich die Flora desselben ähnlich verhalten werde, wie solches auch später bewiesen wurde, so hat sich Göppert selbst schliesslich veranlasst gefunden, den an mehr als hundert Fundorten Schlesiens bekannten Bernstein in die mittelmiocäne Periode zu verweisen**). Für den in den preussischen Küstenländern vorkommenden Bernstein aber ist durch die geognostischen Untersuchungen von Zaddach und durch die paläontologischen Bestimmungen von Karl Mayer der Beweis geliefert worden, dass er sogar von noch höherem Alter ist. Darüber jedoch, ob er zu irgend einer Braunkohlenbildung gehört, liegen bis jetzt noch keine bestimmten Beweise vor, obgleich solches höchst wahrscheinlich ist, weil dieses fossile Baumharz doch nur von grossartigen Ablagerungen ehemaliger Baumstämme in solcher Menge geliefert werden konnte.

Das bei Königsberg liegende sogenannte Samland hat die Gestalt eines rechtwinkeligen Parallelogramms, welches nach Osten mit dem Festlande zusammenhängt, nach Norden und Westen von der Ostsee, nach Süden aber durch den Unterlauf des Pregels und das nördliche Ufer des frischen Haffs begränzt wird. Von Rantau bis Brüsterort wird das nördliche Ufer von steil ansteigenden Gehängen gebildet, deren Fuss die Brandung des Meeres bei stürmischer Witterung unterwühlt, wodurch der Bernstein aus einer der tiefsten Sandschichten herausgespült wird.

Zaddach untersuchte mit grosser Genauigkeit die geognostischen Verhältnisse dieses steilen Küstenstriches in der Gegend der Dörfer Rauschen und Sassau, und gelangte dabei auf folgende Resultate***).

1. Mariner, bernsteinführender Grünsand. Meist noch unter dem Niveau des Meeresspiegels liegen die eigentlichen bernsteinführenden Schichten. Dieselben bestehen aus einem stark glaukonitischen Sande, welcher

*) Göppert, in den Monatsberichten der Königl. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1853; Girard, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 2, S. 74, und später ausführlich in seinem Werke: Die norddeutsche Ebene, 1855, S. 92 f.

**) Breslauer Zeitung vom 5. April 1861.

***) Vergl. dessen Abhandlung über die Bernstein- und Braunkohlenlager des Samlandes, Königsberg, 1860. Eine, in geognostischer Hinsicht zwar grossentheils aus dieser Abhandlung entlehnte, ausserdem aber auch den landschaftlichen Charakter und andere Verhältnisse des Samlandes in sehr anziehender Weise schildernde Abhandlung veröffentlichte Otto Ule im 10. Bande der Zeitschrift: Die Natur, S. 225 u. s. w. bis 274. Endlich gab Tasche, in seinem Buche: Bilder auf der Reise zur Naturforscher-Versammlung in Königsberg, Giessen 1861, S. 78 ff. eine nach allen Richtungen hin sehr lehrreiche Darstellung des Samlandes überhaupt und der dortigen Tertiärformation insbesondere.

ganz unten sehr thonig ist, bald aber, als sogenannte Bernsteinerde, so reich an Glaukonit wird, dass diese Erde im feuchten Zustande fast schwarz erscheint; was jedoch auch in einer Beimengung von kohligen Theilen mit begründet sein mag. In dieser, nur 4 bis 5 Fuss mächtigen Schicht Bernsteinerde ist nun der Bernstein so reichlich und gleichmässig enthalten, dass eine Fläche von 50 bis 60 Quadratruthen mehre tausend Pfund liefern kann*). »Diese regel»mässige und massenhafte Ablagerung des Bernsteins ist wohl zu unter»scheiden von dem ganz zufälligen und vereinzelten Vorkommen desselben »in dem Diluvio vieler Länder.« Nach Schweigger sind bei Hubenicken in der Bernsteinerde ganze Baumstämme gefunden worden, wogegen Thomas in ihr den Abdruck eines Echiniden und eine verkieste Eschara entdeckt hat.

Unmittelbar über der Bernsteinerde folgt eine etwa 8 Fuss mächtige Ablagerung von schwarzem, glaukonitischem Triebsand, in welchem nur ganz einzelne Stücke von Bernstein gefunden werden. Auch die höheren, über dem Niveau des Meeresspiegels anstehenden Schichten sind Grünsand, welcher aus kleineren und grösseren Quarzkörnern, aus zahlreichen, rundlichen, oft nierenförmig oder traubig gestalteten Glaukonitkörnern und aus sehr sparsamen Glimmerblättchen besteht, ganz unten aber oftmals durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt und zu festen sandsteinähnlichen Platten (sog. Krantstreifen) verkittet erscheint.

Die bekannte Mächtigkeit dieser ganzen, durch Glaukonit und, in ihrer Tiefe, durch Bernstein charakterisirten Etage beträgt nach Zaddach 75 Fuss. Wie weit sie sich verbreitet, diess ist noch nicht bekannt. Das Bernsteinlager insbesondere kennt man nur an der Küste bei Rantau, Wangen, Loppehnen und Sassau; hier sinkt es allmälig zu tief in das Meer, so dass es an der westlichen Gränze von Rauschen wohl 40 bis 50 Fuss unter dem Meeresspiegel liegt, weiterhin aber sich wieder hebt, und bei Kleinkuhren abermals den Meeresspiegel erreicht.

2. Weisser Sand. Ueber dem grauen Sande liegt eine 24 Fuss mächtige Ablagerung von weissem Sande, welcher ganz oben eine 8 bis 10 Fuss starke, blaulichgraue Lettenschicht einschliesst, in der häufig von Eisenkies imprägnirte Holzfragmente, dagegen nur selten kleine Stücke von Bernstein vorkommen.

---

*) Bei Sassau und Rauschen soll sich der jährliche Ertrag der Bernsteingräbereien auf 30 bis 36 Tausend Thaler belaufen; (Ule a. a. O. S. 244). Rechnet man dazu die noch grössere Quantität, welche aus dem Meere geschöpft wird, so erkennt man die nationalökonomische Bedeutung dieses vorweltlichen Harzes. Dass übrigens auch in anderen Gegenden des nordteutschen Tieflandes sehr ergiebige Bernsteingräbereien betrieben werden oder wurden, diess ist bekannt. Bei Rohr in Hinter-Pommern, wo das eigentliche Bernsteinlager selten über 6 Zoll stark ist, sind in einem Winter für mehr als 9000 Thaler, und bei Treten ebendaselbst für mehr als 12,000 Thaler Bernsteine gewonnen worden; nach v. dem Borne, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 9, S. 508. Man vergleiche auch die Mittheilungen von Tasche, a. a. O. S. 96; aus Danzig allein wurden im Jahre 1858 blos seewärts [illegible] Centner Bernstein ausgeführt, und landwärts dürfte der Export eben so gross gewesen sein.

3. Gestreifter Sand. Als letzte tertiäre Bildung breitet sich ein System von Sand-, Thon- und Braunkohlenschichten aus. Dasselbe beginnt mit einer 3 bis 4 Fuss starken Schicht braunen Thones, welcher sehr reich an Blätter-Abdrücken ist, aber auch Samen, Früchte, Zweige, Aeste und Holzstücke enthält. Darüber folgt eine mächtige Ablagerung von weiss, gelb, braun und schwarz gestreiftem Sande, dessen braune Schichten oft Holz und Bernstein enthalten: den letzteren bei Warniken so häufig, dass dort Bernsteingräbereien betrieben worden sind. Nach oben liegt in dieser Sandbildung eine 7 bis 10 Fuss mächtige graue Thonschicht, unter welcher sich Braunkohle findet, welche oft nur wenige Zoll stark ist, allein in dem mittleren Theile der Uferstrecke, vom Weissen Berge bis zum Todtenberge 3, am grossen Spring 5 Fuss erreicht, und eine Meile weiter westlich bei Warniken noch mächtiger ist.

Diese drei Etagen sind es, welche die Tertiärformation des Samlandes constituiren: auf die tiefste marine Etage folgen zwei andere, von denen wenigstens die mächtige oberste Etage als eine braunkohlenführende Süsswasserbildung charakterisirt ist.

Dass nämlich die Grünsand-Etage wirklich eine marine Bildung ist, diess ergiebt sich nicht nur aus den schon früher bekannten Haifischzähnen, sondern auch daraus, dass bei Kleinkuhren von Thomas in einem eisenschüssigen braunen Sande zahlreiche Meeres-Conchylien, sowie bei Grosskuhren von Erman und Herter in einem dergleichen Sandsteine nicht nur Conchylien, sondern auch Echiniden und Bryozoën gefunden worden sind. Dieser eisenschüssige Sand und Sandstein gehört aber den unteren Schichten der Grünsand-Ablagerung an, welche nahe über der Bernsteinerde liegen, weshalb die Anschwemmung des Bernsteins selbst vor ihrem Absatze erfolgt sein muss.

Einige dieser Fossilien sind schon früher von Erman und Herter bestimmt und abgebildet worden; später hat Karl Mayer 35 Species aufgeführt *), und gefunden, dass sie grossentheils mit Species des unteroligocänen Sandes von Magdeburg und Lethen identisch sind, wie z. B.

| | |
|---|---|
| *Ostrea ventilabrum Goldf.* | *Trochus arvensis Phil.* |
| *Pectunculus Thomasi Mayer* | *Aporrhais speciosa Schl.* |
| *Cyprina Philippii Mayer* | *Fusus ringens Beyr.* |
| *Psammobia rudis Desh.* | *Ficula nexilis Sow.* |
| *Moerchia Nysti Gal.* | *. . . . plicatula Beyr.* |
| *Natica Nysti Orb.* | *Voluta labrosa Phil.* |
| *Tornatella simulata Sow.* | *Scutella germanica Beyr.*, |

während die übrigen Species, als minder charakteristische Formen, auch weniger entscheidend sind.

Der Braunkohlenformation des Samlandes ist also eine marine Grünsandbildung vorausgegangen, welche der unteren Abtheilung der Oligocänfor-

*) Erman und Herter, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 2, 1850, S. 410 ff, und Mayer, in einer Abhandlung: Die Faunula des marinen Sandsteins von Kleinkuhren, Zürich 1860. Schon die beiden ersteren Beobachter erkannten die Identität gewisser Species mit denen von Magdeburg, und stellten daher den Sandstein in die eocäne Formation, von welcher damals die oligocäne Formation noch nicht getrennt worden war.

mation angehört*), und in einer ihrer tiefsten Schichten einen erstaunlichen Reichthum von Bernstein beherbergt. Dieser Bernstein aber muss natürlich von Bäumen geliefert worden sein, welche irgendwo zu Anfang der oligocänen Periode grosse Wälder bildeten.

Die in dem fossilen Harze dieser Bäume eingeschlossenen organischen Ueberreste sind bereits sehr genauen Untersuchungen unterworfen worden**). Vegetabilische Einschlüsse kommen weit seltener vor, als thierische Ueberreste, welche letztere fast nur in Insecten, Arachniden und Myriopoden bestehen, und nach den Bestimmungen von Berendt, Löw, Giebel u. A. bereits in mehr als tausend Arten bekannt sind, unter welchen die Dipteren ganz besonders vorwalten, von denen Löw nicht weniger als 600 Arten nachgewiesen hat. Diese Dipteren zeigen zwar zum Theil eine grosse Aehnlichkeit mit noch jetzt lebenden, doch aber in sehr verschiedenen Klimaten lebenden Formen, haben sich aber bei genauerer Prüfung immer als specifisch verschieden herausgestellt; das Letztere gilt auch mit sehr wenigen Ausnahmen von den übrigen Thieren. Die Fauna des Bernsteins begreift also wirklich lauter ausgestorbene und vorweltliche Arten.

Die im Bernstein vorkommenden Pflanzenreste hat Göppert wiederholt untersucht***), und gefunden, dass solche auf 163 Arten zu beziehen sind, von denen 30 mit noch jetzt lebenden übereinstimmen sollen. Die Flora bestand hauptsächlich aus Coniferen oder Nadelhölzern; die häufigste Pflanze ist *Thuja Kleiniana*, welche daher sehr vorgewaltet haben mag; ausserdem werden noch 6 andere Arten von *Thuja*, 4 Arten von *Widdringtonia*, je 2 Arten von *Libocedrus* und *Taxodium*, eine *Callitris*, ein *Cupressus*, 3 Arten von *Chamaecyparites* und 30 Arten von *Pinus*, dagegen nur 15 Laubbäume (darunter 7 Eichen) aufgeführt, zu welchen später noch durch Menge eine Art von *Cinnamomum* oder *Camphora*†) gefügt wurde. Das Bernsteinharz dürfte nach Göppert von 8 bis 9 verschiedenen Pinusarten geliefert worden sein, deren eine er *Pinites succinifer* nennt.

Alexander Braun spricht sich gelegentlich, bei Beschreibung einer neuen *Widdringtonia* des Bernsteins, dahin aus, dass der Bernsteinflora wohl ein besonderer Abschnitt in der Reihe der oligocänen Bildungen einzuräumen sei, weil

---

*) Wie Beyrich schon im Jahre 1855 vermuthete, in seiner Abhandlung über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, S. 17 des Separatabdruckes.

**) Das wichtige von Berendt veranlasste Werk: Die im Bernsteine befindlichen organischen Reste der Vorwelt, besteht aus zwei Bänden. Der erste Band erschien 1845, und enthält die Pflanzenreste von Göppert, die Crustaceen, Myriopoden, Arachniden und Apteren von Berendt und Koch; der zweite, 1856 erschienene Band begreift die Hemipteren von Germar, und die Neuropteren von Hagen.

***) Die Resultate seiner letzten Untersuchungen hat er in einer Abhandlung zusammengestellt, welche unter dem Titel: Ueber die Bernsteinflora in den Monatsberichten der Königl. preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1853 erschienen ist.

†) Menge nannte das betreffende Blatt *Camphora prototypa*; Heer glaubte es auf *Cinnamomum polymorphum* beziehen zu können, was Göppert bezweifelt. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 16, S. 192.

ie grösstentheils eigenthümliche Arten zu enthalten scheint, indem bis jetzt nur *Glyptostrobus europaeus*, *Libocedrus salicornioides* und *Cinnamomum polymorphum* eine Verknüpfung mit der sonst bekannten Tertiärflora herstellen*).

Dass der nordteutsche Bernstein im Anfange der oligocänen Periode durch das Meer zugeschwemmt worden sei, diess ist wohl nicht zu bezweifeln; dafür sprechen die wenigen in der Bernsteinerde selbst von Thomas gefundenen, und die zahlreichen über derselben vorkommenden marinen Fossilien. Er findet sich also auch im Samlande auf secundärer Lagerstätte, und nicht an der ursprünglichen Stelle, wo diejenigen Bäume wuchsen, welche ihn lieferten. Von dieser Lagerstätte wurden nun aber später zahllose Stücke in die Diluvialgebilde Nordteutschlands verschwemmt.

Die Waldvegetation der Bernsteinbäume muss übrigens einen grossen Theil des nördlichen Europa bedeckt haben, da Bernstein unter ähnlichen Verhältnissen in den Diluvialschichten Nordfrankreichs, Hollands, Nordteutschlands und Russlands vorkommt; ja, sogar an den Küsten des sibirischen Eismeers und durch die Beringsstrasse bis nach Kamtschatka ist er gefunden worden**). Wahrscheinlich wurde in Europa der meiste Bernstein aus den damaligen Wäldern Skandinaviens zugeschwemmt.

Während das bernsteinreiche Schichtensystem des Samlandes in die ältere Oligocänperiode zu verweisen ist, so wird das darüber liegende braunkohlenführende Schichtensystem durch seine Pflanzenreste als eine oberoligocäne (vielleicht auch als eine miocäne) Bildung charakterisirt.

In der oben (S. 201) erwähnten braunen Thonschicht fanden sich nämlich unter andern

*Pinites protolarix Göpp.* Holz
*Sequoia Langsdorfii Brong.*
*Taxodium dubium Sternb.*
*Glyptostrobus europaeus Brong.*
*Zingiberites borealis Heer*
*Gardenia Wetzleri Heer*
*Zizyphus protolotus Ung.*
*Ficus tiliaefolia Braun*
*Prunus Hartungi Heer*
*Alnus Kefersteini Ung.*
*Populus Zaddachi Heer*, ganz besonders häufig.

In dem über der Braunkohle liegenden braunen Sande aber kommen häufig sehr wohl erhaltene Zapfen von *Pinites Thomasianus*, *P. brachylepis*, *P. sylvestris*, *P. pumilio* und *P. Hageni* vor.

Wenn nun nach Beyrich die nordteutschen Braunkohlen, namentlich in den südlichen und östlichen Regionen, grösstentheils den unteroligocänen Bildungen angehören, so würden sie ungefähr das Alter der bernsteinführenden Schicht des Samlandes haben, und so bleibt es allerdings auffallend***), dass in ihnen der Bernstein nur als Seltenheit gefunden worden ist; wodurch die Ansicht einigermaassen gerechtfertigt erscheint, dass der Bernstein von Norden her zugeschwemmt wurde.

---

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 13, S. 7.

**) Neuere Notizen über diese sibirischen Vorkommnisse nach Middendorf finden sich in Petermann's Mittheilungen, 1866, S. 309.

***) Wie es auch auffallen muss, dass die Säugethiere des pariser Gypses vermisst werden.

Dass aber auch das Material dieser nordteutschen Braunkohlenflötze grossentheils durch Zuschwemmung geliefert worden, und nur in seltenen Fällen oder nur zum kleineren Theile an Ort und Stelle gewachsen sei, dies ist sehr wahrscheinlich; doch scheint diese Zuschwemmung von Süden her erfolgt zu sein.

In dieser Hinsicht gewinnen die Hölzer, aus denen die Braunkohle grossentheils besteht oder entstanden ist, ein ganz besonderes Interesse. Sie lassen ihre Structur meist noch sehr deutlich erkennen, und stammen nach Göppert hauptsächlich von Coniferen, z. B. von *Pinites protolarix*, *P. ponderosus*, *Taxites Ayckii*, *T. ponderosus*, *Cupressinoxylon ponderosum*, *Taxodioxylon Göpperti*, überhaupt oft ganz vorwaltend von Cupressineen; was allerdings sehr merkwürdig ist, weil die in den Sandsteinen, Thonen und Blätterkohlen so zahlreich vorkommenden Blätter grösstentheils von Laubhölzern herrühren.

Diese zu Braunkohle oder auch nur zu bituminösem Holze umgewandelten Holzreste erscheinen oft als mehr oder weniger grosse Stämme, welche in liegender Stellung regellos über einander gehäuft und breit gedrückt, nicht selten auch von erdiger Braunkohle umschlossen sind. Bisweilen sind aber auch aufrecht stehende, cylindrisch gestaltete Stämme mit noch ansitzenden Wurzelstöcken gefunden worden, welche daher wohl an Ort und Stelle gewachsen sein dürften; wie man auch hier und da alle Stämme nach einer und derselben Richtung gelagert fand, und daraus folgerte, dass sie an ihrem ursprünglichen Standorte durch eine und dieselbe Kraft umgebrochen und niedergestreckt worden seien.

Zu den bekannten und z. Th. oben erwähnten Beispielen von aufrechten Stämmen lässt sich noch dasjenige fügen, welches vor einigen Jahren auf einem Braunkohlenwerke bei Altenbach unweit Wurzen in Sachsen zu beobachten war. Die Kohle wurde dort durch Abdeckarbeit über Tage gewonnen; dabei waren auf der Oberfläche des Flötzes etwa innerhalb eines halben Ackers Land 40 bis 50 noch aufrecht stehende Stöcke entblösst worden, deren Wurzeln in das Flötz eingriffen.

Weit seltener als verkohlte Stämme finden sich verkieselte, d. h. theils durch Hornstein oder krystallinischen Quarz, theils durch Opal oder Chalcedon petrificirte Stämme und Holzstücke; auch kommen bisweilen solche vor, die halb verkohlt und halb verkieselt sind, wie sie Hausmann von Grossalmerode in Hessen beschrieb*). Durch Eisenkies oder auch durch Brauneisenerz vererzte Stammtheile und Holzstücke sind gleichfalls nicht selten.

In seiner Schrift: Die verschwundene Insel Atlantis, Wien 1860, sucht Unger in sehr geistreicher Weise aus dem nordamerikanischen Charakter der Flora der Braunkohlenformation und aus anderen Verhältnissen zu beweisen, dass während der Periode dieser Formation zwischen Europa und Nordamerika ein Continent existirt habe, welcher später versunken sei.

*) Göttinger gel. Anzeigen, 1844, S. 780; vergl. auch Bronn, Geschichte der Natur, II, 685.

### §. 469. *Marine Tertiärbildungen in Nordteutschland.*

Bei der nur wenig unterbrochenen Bedeckung Nordteutschlands mit diluvialen oder quartären Bildungen lässt sich erwarten, dass die tertiären Bildungen überhaupt dort nur in beschränkter Weise zu Tage austreten können, und das solches, zumal weiter nach Norden, meist nur in den grösseren Flussthälern oder an anderen günstigen Entblösungsstellen der Fall sein wird. Der an zahlreichen Orten betriebene oder versuchte Braunkohlenbergbau hat jedoch viele Aufschlüsse auch in solchen Gegenden geliefert, wo es fast an allen Entblössungen der tieferen Schichten mangelt; und so ist denn auch die Kenntniss der marinen Tertiärschichten Nordteutschlands durch diesen Bergbau oder durch Bohrversuche gar häufig gefördert worden. Aus einer Combination der, allerdings oft sehr vereinzelten Aufschlüsse dieser Art mit denen, gleichfalls nur sporadisch vorkommenden, natürlichen Entblösungen ist man wenigstens zu der Ueberzeugung gelangt, dass der Untergrund Nordteutschlands in bedeutender Ausdehnung von verschiedenen marinen Schichtensystemen gebildet wird, welche einestheils der oligocänen, anderntheils der miocänen Formation angehören *).

In der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft finden sich viele zerstreute Mittheilungen über diese marinen Gebilde, deren eigentliche Stellung und richtige Parallelisirung mit gewissen Tertiärbildungen anderer Länder zuerst von Beyrich in den Jahren 1854 bis 1858 nachgewiesen worden ist**). Auch hat Beyrich eine in der genannten Zeitschrift stückweise gelieferte, dann aber selbständig erschienene paläontologische Monographie unter dem Titel: »Die Conchylien des norddeutschen Tertiärgebirges« herausgegeben, welche jedoch leider unvollendet geblieben ist. Viele wichtige Beiträge zur Kenntniss dieser Schichten lieferten Karsten, Semper und Philippi, sowie in neuerer Zeit Reuss, Giebel, Speyer und v. Koenen, welcher letztere sehr umfassende und gründliche Studien im Gebiete unserer marinen Tertiärbildungen gemacht hat, deren wichtige Ergebnisse er hoffentlich recht bald im Zusammenhange veröffentlichen wird.

Die ältesten dieser marinen Schichten, also die unteroligocänen Schichten liegen grossentheils unmittelbar über der, von Süden nach Osten und Nordosten (von Leipzig bis Königsberg) weit ausgedehnten älteren Braunkohlenformation, welche nach Beyrich gleichalterig mit der mittleren Süsswasserbildung des pariser Bassins, oder mit dem unteren Theile der Süss- und Brackwasserbildungen der Insel Wight ist***). Nur an einigen Orten greifen diese Schichten über die Braunkohlenformation hinweg in das Gebiet älterer Formationen.

Die zuerst südsüdwestlich von Magdeburg, bei Egeln und Aschersleben sowie bei dem Dorfe Biere über der Braunkohle gefundenen, mit Meeresconchy-

*) Vergl. oben, S. 176.

**) In den Monatsberichten der Berliner Akad. der Wiss. vom Jahre 1854 und 1858, sowie in seiner Abhandlung über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, 1856.

***) Vergl. über diese beiden Bildungen oben, S. 48 f. und S. 79 f.

lien erfüllten Schichten sind es, welche die wahre Stellung eines grossen Theiles jener mittel- und nordteutschen Braunkohlenformation bestimmt haben, und »so entscheidet denn, wie Beyrich sagt, das Auftreten des marinen Tertiärlagers »von Egeln über das Alter der nordostdeutschen Braunkohlenbildung und über »die Vorstellungen, welche wir über die zeitlichen Aequivalente in den Ablage»rungen anderer Tertiärbecken hegen können.«

Dieselben unteroligocänen Meeresschichten sind aber später an vielen anderen Orten nachgewiesen worden, wie bei Magdeburg selbst, und besonders in dem Landstriche von Latdorf (an der Saale unterhalb Bernburg) und Kalbe in Osten, über Egeln bis nach Helmstädt in Westen, so dass die ursprüngliche Verbreitung derselben gewiss eine stetige war, obgleich solche gegenwärtig eben so wie die der Braunkohle selbst, mehr oder weniger unterbrochen erscheint; was uns nicht wundern kann, wenn wir bedenken, welchen Zerstörungen und Abtragungen diese lockeren Schichten vor und während der Ablagerung der Diluvialbildungen unterworfen gewesen sein mögen.

Die erste ausführliche Arbeit über die, in den Schichten südlich von Magdeburg vorkommenden Conchylien gab Philippi in den Jahren 1846 und 1847 in *Palaeontographica* von Dunker und v. Meyer, Bd. 1, 1851, S. 42 ff.*) Er gelangte durch seine Untersuchungen auf die Folgerung, dass diese Schichten älter sein müssen, als jene von Kassel, Freden und Luithorst, dass aber für sie weder der Name eocän noch miocän gebraucht werden könne; a. a. O. S. 89. Von ihren geognostischen Verhältnissen giebt er nur an, dass sie über der dortigen Braunkohle liegen.

Die mitteloligocänen marinen Schichten erscheinen rings um Magdeburg sowie bei Latdorf als Sandschichten, ausserdem aber meist als Septarienthon, welcher nicht nur eine ausserordentliche Verbreitung, sondern auch stellenweise eine grosse Mächtigkeit erlangt, und insofern als das wichtigste Glied der nordteutschen Oligocänformation zu betrachten ist. Man kennt ihn z. B. von Neuhaldensleben über Wolmirstädt (nördlich von Magdeburg) und Pietzpuhl durch die Gegenden zwischen der Havel und Oder bis Stettin und weiter östlich durch das Grossherzogthum Posen, sowie nordwärts bis nach Meklenburg, auch stellenweise in der Lüneburger Haide, im Herzogthum Braunschweig und an mehren anderen Orten. Die westlichsten Puncte seines Vorkommens liegen nördlich von Düsseldorf, in der Gegend von Ratingen und Lintorf**), von wo aus er sich bis nach Duisburg verfolgen lässt***). Im Kurfürsten-

*) Der erste Band der *Palaeontographica* erschien nämlich vollständig erst im Jahre 1851; allein die beiden ersten Lieferungen desselben, in welchen Philippi's Abhandlung enthalten ist, wurden bereits im Jahre 1846 und 1847 veröffentlicht. Schon im Jahre 1843 gab Philippi, im Neuen Jahrbuch für Min. S. 447 ff. ein Verzeichniss der in der Gegend von Magdeburg vorkommenden Tertiär-Versteinerungen heraus, welches jedoch später vervollständigt wurde.

**) Vergl. v. Dechen, Orographisch-geognostische Uebersicht des Regierungsbezirks Düsseldorf, 1864, S. 189 ff.

***) Engstfeld erwähnte den durch Septarien ausgezeichneten Thon von Duisburg schon im Neuen Jahrb. für Min. 1849, S 179. Der muschelführende grüne Sand, welcher bei

Hessen, wo er an vielen Orten bekannt ist, befindet sich der südlichste Punct seines Auftretens unweit Wächtersbach, zwischen Schlüchtern und Hanau*), wo er also dem im Mainzer Becken bekannten Septarienthon (vergl. oben S. 164) am nächsten liegen dürfte.

Beyrich hatte bereits in den Jahren 1847 und 1848 die Identität des, schon damals von ihm so genannten, Septarienthones mit dem Thone von Boom und Baesele in Belgien erkannt, ihn aber noch für eocän gehalten; später betrachtete er ihn als untermiocän, bis er ihm endlich bei der Aufstellung der Oligocänformation seine wahre Stellung innerhalb dieser anwies**). Den Septarienthon in Niederhessen beschrieb Schwarzenberg bereits im Jahre 1833 als ein Glied der eocänen Formation, jedoch ohne specielle paläontologische Angaben***). Auch theilte Sandberger in seinen Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken (1853, S. 46 f.) eine ihm von Schwarzenberg zugefertigte Uebersicht der hessischen Tertiärbildungen mit.

Die **oberoligocänen** Schichten sind bis jetzt nur in wenigen Gegenden bekannt worden, da sie wohl auch am meisten der späteren Abtragung und Wegspülung unterworfen waren. Schon lange kannte man die durch ihren Reichthum an Petrefacten ausgezeichneten Mergel und Kalksteine der Gegend von Osnabrück, Bünde und Kassel†), welche anfangs als Aequivalente des pariser Grobkalkes, dann als miocäne oder pliocäne Bildungen gedeutet wurden, bis Beyrich im Jahre 1854 ihre wahre Bedeutung erkannte ††).

Später erregten die im Grossherzogthum Meklenburg-Schwerin zuerst bei Sternberg, zwischen Schwerin und Güstrow, dann auch an vielen anderen Orten gefundenen Sandsteinschollen (die sogenannten Sternberger Kuchen) wegen ihrer zahlreichen Petrefacten die Aufmerksamkeit, unterlagen aber anfangs ebenfalls einer falschen Deutung, welche erst von Beyrich berichtigt worden ist. Ferner lernte man in Rheinpreussen in der Gegend von Crefeld und Neuss marine Sandschichten kennen, welche sich durch ihre Fossilien den vorerwähnten Gesteinen anschliessen. Endlich hat neuerdings v. Koenen, 9 Meilen nordwestlich von Magdeburg an der Chaussee nach Salzwedel, bei dem Dorfe Wiepke (unweit Gardelegen) Mergelschichten nachgewiesen, welche durch ihre Fossilien gleichfalls als oberoligocän charakterisirt sind.

---

feld im Regierungsbezirk Aachen unter den Braunkohlen erbohrt worden ist, scheint dem etwas tieferen Sande von Klein-Spauwen in Belgien zu entsprechen; vergl. v. Dechen, Orographisch-geognostische Uebersicht des Regierungsbezirkes Aachen, 1866, S. 215.

*) Dieser Thon von Eckardroth bei Wächtersbach, mit den Conchylien des Septarienthones, beschrieb Genth im Neuen Jahrb. für Min. 1848, S. 189 f.

**) Die mir bekannten ersten Mittheilungen Beyrich's befinden sich in den Monatsberichten der Berliner Akad. der Wiss. von 1847, S. 160 ff. und in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 22, 1848, S. 65 ff.

***) In den Studien des Göttinger Vereines bergmännischer Freunde, Bd. 3, 1833, S. 219 ff.

†) Der Graf zu Münster gab in einer Abhandlung im Neuen Jahrbuche für Min. 1835, S. 420 f. ein ausführliches Verzeichniss der bis zum Jahre 1718 zurückgehenden Literatur über diese Schichten.

††) Monatsberichte der Berliner Akad. der Wiss. 1854, S. 642 ff.

Dieser Fund bei Wiepke ist deshalb sehr wichtig, weil er in die grosse Lücke zwischen das Sternberger Gestein und die Mergel von Dieckholzen und Freden fällt, und die ehemalige mehr oder weniger stetige Fortsetzung der oberoligocänen Schichten unter den Schuttmassen des Diluviallandes vermuthen lässt. Vielleicht gehören auch hierher die unterhalb Rosslau an der Elbe, bei Brambach anstehenden Schichten; nach Beyrich, Zeitschr. der geol. Ges. Bd. 8, S. 309.

Die miocänen Schichten endlich treten in Holstein und Schleswig auf, und lassen sich von dort aus über die unteren Gebiete der Elbe, Weser und Ems bis an die holländische Gränze verfolgen, wie solches bereits oben S. 177 angegeben worden ist.

Wir wollen nun die wichtigsten Verhältnisse dieser verschiedenen Meeresbildungen der Reihe nach etwas genauer in Betrachtung ziehen, weil diese Bildungen für die Gäa von Teutschland von ganz besonderem Interesse sind, dennoch aber, wegen ihres meist sporadischen Auftretens, in den Lehrbüchern über Geognosie nicht immer gehörig berücksichtigt wurden.

### §. 170. *Unteroligocäne Meeresbildungen; Magdeburger Sand.*

Zwischen Magdeburg, Bernburg und Halberstadt, sowie von dort aus nördlich bei Helmstädt liegen an mehren Orten zerstreute Parcellen der Braunkohlenformation, welche von einem Systeme glaukonitischer oder auch thoniger, daher theils grüner, theils grauer Sandschichten überlagert werden, deren organische Ueberreste sie als marine, unteroligocäne Bildungen charakterisiren. Dieselben Schichten sind jedoch auch stellenweise unmittelbar älteren Formationen aufgelagert, ohne von Braunkohlen unterteuft zu werden.

Diese petrefactenreichen Sandschichten finden sich südlich von Magdeburg bei den Dörfern Osterweddingen und Süldorf, und von dort gegen Südosten bei Welsleben, Biere, Mühlingen und Grizehne (unterhalb Kalbe an der Saale), gegen Süden bei Atzendorf, Unseburg und Wolmirsleben, ferner bei Latdorf unterhalb Bernburg, bei Amesdorf (unweit Güsten), bei Aschersleben, bei Nachterstädt (nördlich von Hoym), bei Börnicke (zwischen Stassfurt und Egeln), bei Westeregeln und endlich bei Helmstädt im Herzogthum Braunschweig. Sie kommen aber auch noch nördlich von Halle und bei Leipzig vor, und dürften wohl künftig noch an manchen anderen Orten nachgewiesen werden.

Bei dem Dorfe Görzig (nordöstlich von Löbejün) wurden nach Girard dieselben Schichten durch Bohrversuche auf Braunkohlen nachgewiesen; dort schwankte die Mächtigkeit des Magdeburger Sandes zwischen 11 und 34 Fuss, die der unter ihm liegenden Braunkohle (nebst sandigen und thonigen Lagen) zwischen 13 und 58 Fuss, und die Mächtigkeit des über ihm liegenden Septarienthones zwischen 113 und 152 Fuss. Girard, die norddeutsche Ebene, S. 123. In Leipzig selbst ist der muschelführende Sand bei 114 Fuss Tiefe erbohrt worden; auch sollen bei der Bohrung des artesischen Brunnens in Markkleeberg mächtige Schichten eines grünen Sandes mit sehr festen Concretionen und, in 140 Fuss Tiefe, mit Muscheln durchbohrt worden sein; eben so sind nach Ludwig bei Prieständlich, unweit Markranstädt, in einer Sandschicht über der Braunkohle marine Conchylien vorgekommen; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 9, S. 182. — Die ganz kürzlich durch v. Koenen, bei Bünde in Westphalen am Schwarzborste, nachgewiesenen unter-

oligocänen Schichten bestehen aus einem sehr sandigen, gelblich- und grünlich-grauen Mergel, welcher von festen, grauen, ebenfalls sandigen Kalkbänken bedeckt wird. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 18, 1866, S. 287. Dieses Vorkommen ist sehr interessant, weil es den westlichsten Punct in der bekannten Ausdehnung der unteren Oligocänformation bestimmt.

Die Mächtigkeit des Magdeburger Sandes ist nicht sehr bedeutend, wie er denn überhaupt eine auf seichtem Meeresgrunde abgelagerte Küstenbildung zu sein scheint, welche ähnliche Verhältnisse zeigt, wie die Falüns der *Touraine* (vergl. oben S. 53).

An einigen Orten, wie bei Wolmirsleben und Helmstädt, werden die Sandschichten von einem gelblichen Thone bedeckt, welcher nach v. Koenen petrographisch mit dem unteroligocänen Thone von Brockenhurst und Lindhurst in England (vergl. oben S. 80) vollkommen übereinstimmt, und durch einige Muscheln gleichfalls als unteroligocän charakterisirt wird*). Bei Biere wird der Sand nach Girard von dem bis 40 Fuss mächtigen Septarienthone überlagert.

Obgleich nun alle diese Schichten gegenwärtig nur sporadisch an einzelnen Puncten, also in sehr unterbrochener Lagerung bekannt sind, so unterliegt es dennoch keinem Zweifel, dass sie ursprünglich in stetiger Ausdehnung über dem ganzen Landstriche abgelagert worden waren, innerhalb denen sie vorkommen, und dass sie lediglich in Folge späterer, weit ausgreifender und tief eingreifender Zerstörungen zu ihrer jetzigen zerstückelten Lagerung gelangt sind. Auch ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass sie sich unter den jüngeren tertiären und quartären Bildungen mehr oder weniger weit verbreiten, und nicht blos auf die oben genannten Gegenden beschränkt sind.

Da wir nicht füglich alle Localitäten des Vorkommens des Magdeburger Sandes berücksichtigen können, so mag es hinreichen, nur ein paar derselben specieller in Betrachtung zu ziehen, über welche uns auch genauere Angaben zu Gebote stehen.

Latdorf (oder Lattorf) bei Bernburg. Nach den Mittheilungen von Zincken und Carl v. Albert**) liegt hier die 8 bis 18 Lachter mächtige Braunkohle innerhalb einer schmalen, tiefen Mulde, welche südlich vom Buntsandstein, nördlich vom Keuper begränzt wird. Am nördlichen und südlichen Rande dieser Mulde breitet sich über der Kohle ein weisser, scharfer Quarzsand aus, welcher 3 bis 4 Lachter Mächtigkeit erlangt, und jedenfalls noch der Braunkohlenformation angehört. In der mittleren Region fehlt aber dieser Sand, und dort wird die Braunkohle unmittelbar von einer bis 2 Lachter mächtigen Ablagerung eines hellgrünen glaukonitischen Sandes bedeckt, welcher an beiden Rändern auch etwas über den weissen Sand übergreift, und nach unten linsenförmige, 5 bis 8 Fuss lange und bis 4 Fuss dicke Concretionen eines ebenfalls glaukoni-

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 16, S. 618.

**) Zincken gab schon in der Zeitschrift für die gesammte Naturwiss. Bd. 21, 1863, S. [illegible] von den Verhältnissen bei Latdorf eine Beschreibung, sowie neuerdings in seinem Werke: Die Braunkohle und ihre Verwendung, Bd. 1, 1867, S. 580. In der Zwischenzeit erschien die durch eine Tafel erläuterte Abhandlung von C. v. Albert in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 17, 1865, S. 377 ff.

tischen Sandsteins umschliesst, die an ihrer Peripherie allmälig in den lo Sand übergehen*). Beide, sowohl dieser Sand als auch der Sandstein, s sehr reich an schön erhaltenen Conchylien, welche diese Etage als unteroligo charakterisiren.

Eine ausführliche Beschreibung dieser Conchylien und anderer Fossilien Giebel in seiner schönen Abhandlung: die Fauna der Braunkohlenformation Latdorf, welche in den Abhandlungen der naturf. Ges. zu Halle, Bd. 8, 18 S. 185 ff. und wohl auch selbständig erschienen ist; es werden darin 101 Gast poden, 53 Conchiferen und 3 Brachiopoden aufgeführt. Später lieferte v. Koe einige sehr werthvolle Berichtigungen zu dieser Abhandlung, in Zeitschr. deutschen geol. Ges., Bd. 17, 1865, S. 465 f. A. Römer beschrieb im 9. Ba der *Palaeontographica* eine Anzahl Korallen und Bryozoën, welche letztere jed noch genauer von Stoliczka, in den Sitzungsberichten der kais. Akad. der Wiss. Wien, Bd. 55, 1863, S. 71 f. bearbeitet worden sind**).

Unter denen von Giebel aufgeführten Conchylien dürften folgende die häuf vorkommenden sein:

Conchiferen.

*Chama monstrosa Phil.*
*Spondylus bifrons Goldf.*
*Pecten corneus Sow.*
*Arca appendiculata Sow.*
. . . *biangula Lam.*
*Limopsis costulata Goldf.*
*Pectunculus Philippii Desh.*
. . . . . . *obovatus Lam.*
*Nucula similis Sol. var.*
*Cardita Dunkeri Phil.*
*Cypricardia carinata Nyst*
*Cardium Hausmanni Phil.*
*Astarte Bosqueti Nyst*
*Cytherea Solandri Sow.*
*Corbula subpisum Orb.*

Gastropoden.

*Dentalium acutum Héb.*
. . . . . . *Sandbergeri Bosq.*
*Natica hantoniensis Sow.*
. . . . *labellata Lam.*
*Solarium Dumonti Nyst*
*Turritella planispira Nyst*
*Cerithium Genei Mich.*
. . . . . . . . *Henckelii Nyst*
*Pleurotoma subconoidea Orb.*
. . . . . . . *Bosqueti Nyst*
. . . . . . . *Selysii Kon.*
. . . . . . . *Beyrichi Phil.*
*Cancellaria evulsa Sol.*
. . . . . . . . *nitens Beyr.*
*Pisanella Bettina Semp.*
*Borsonia Delucii Nyst*
*Fusus scalariformis Nyst*
. . . *coarctatus Beyr.*
. . . *elongatus Nyst*
*Murex tristichus Beyr.*
*Tritonium flandricum Kon.*
*Aporrhais speciosa Schl.*
*Cassis affinis Phil.*
*Buccinum bullatum Phil.*
*Voluta decora Beyr.*
. . . . *suturalis Nyst*
*Ancillaria subcanalifera Orb.*
*Conus procerus Beyr.*
. . . . *Beyrichii v. Koen.*

Von Anneliden scheint *Serpula carbonaria Gieb.*, und von Fischen scheinen Zähne der *Lamna elegans Ag.* besonders häufig zu sein.

Ueber dem hellgrünen Sande liegt, 1 bis 3 Lachter mächtig, ein gleichl glaukonitischer, jedoch dunkelfarbiger, fast schwarzer, thoniger Sand, w cher weit ärmer an Conchylien ist, und nach v. Koenen schon der mitteloli

*) Nach v. Albert kommen auch sogenannte Knollensteine von verschiedene sehr bedeutenden Dimensionen vor.

**) Vergl auch die kritischen Bemerkungen Stoliczka's über Römer's Bestimmun im Neuen Jahrb. für Min. 1864, S. 840 ff.

einer Periode angehört. Darauf folgt etwas Thon, dann mächtiger Lehm und endlich Dammerde.

Helmstädt. Das Braunkohlenbecken von Helmstädt erstreckt sich nach Ecken*) von Supplingenburg bei Helmstädt in südöstlicher Richtung 3 Meilen weit bis nach Oschersleben, und ist durch das Vorkommen von nicht weniger als 6 Kohlenflötzen ausgezeichnet, deren zwei eine Mächtigkeit bis zu 3 und 4 Lachter erreichen. Westlich von Helmstädt sind nun in zwei Schächten über dem obersten Kohlenflötze von unten nach oben folgende Schichten nachgewiesen worden**):

| | | Fuss | Zoll |
|---|---|---|---|
| 1. | Grauer, thoniger, an Schwefelkies reicher Sand. . . . | 10 | 10 |
| 2. | Grüner, thoniger Sand, nach unten mit Quarzgeröllen | 11 | 8 |
| 3. | Grauer, fester mit Säuren brausender Sandstein . . . | 4 | 2 |
| 4. | Grünlicher Thon und Sand . . . . . . . . . . . . . | 28 | 4 |
| 5. | Grüner, also wohl glaukonitischer Sand . . . . . . . | 30 | 8 |
| 6. | Gerölle, oder sogenannter Kies . . . . . . . . . . | 3 | 1 |
| 7. | Dammerde. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 | 5 |

Der bei 1 aufgeführte Sand gehört wohl noch der Braunkohlenformation an, während die Schichten von 2 bis 5 davon getrennt werden müssen; denn der bei 2 genannte grüne, thonige Sand ist reich an marinen Conchylien, welche auch noch, obgleich nur vereinzelt, in der bei 3 aufgeführten festen Sandsteinschicht vorkommen. Die noch höher folgenden mächtigen Ablagerungen von Thon und Sand scheinen aber reich an Glaukonit zu sein, welches Mineral, so viel mir bekannt, bis jetzt nur in marinen Schichten vorgekommen ist, weshalb denn auch diese Thone und Sande aus dem Meere abgesetzt sein dürften, wenn auch in ihnen noch keine Fossilien gefunden wurden.

Die Conchylien aus den vorgenannten Schichten 2 und 3 wurden zuerst von A. Römer namentlich aufgeführt, aber grösstentheils als eocäne Formen gedeutet; Neues Jahrb. für Min., 1863, S. 451. Dagegen erklärte v. Strombeck die betreffenden Schichten, auch abgesehen von ihren Fossilien, für unteroligocän, weil ein so ganz isolirtes Vorkommen der Eocänformation mitten in Nordteutschland sehr unwahrscheinlich sei, und weil dieselben Schichten, mit ganz gleicher petrographischer Beschaffenheit und mit gleicher Lagerung über der Braunkohle, sich auch bei Westeregeln und Latdorf vorfinden, wo sie durch ihre Fossilien unzweifelhaft als unteroligocäne bestimmt werden. Neues Jahrb. für Min., 1864, S. 204 f.

Dieselbe Ansicht hatte v. Koenen schon etwas früher vertreten, indem er Helmstädt ausdrücklich mit unter den Localitäten der unteroligocänen Formation anführte; (in Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., Bd. 15, 1863, S. 612). Später gab derselbe gründliche Forscher im 17. Bande derselben Zeitschrift (1865, S. 459 ff.) eine ausführliche Abhandlung über die Fauna der Tertiärschichten von Helmstädt, in welcher 122 Species aufgeführt werden, von denen 100 bereits an anderen unteroligocänen Localitäten bekannt sind, wodurch die Richtigkeit der von ihm und von v. Strombeck ausgesprochenen Altersbestimmung ausser allen Zweifel gestellt wurde.

Nach v. Strombeck wird übrigens der oben bei 5 aufgeführte grüne Sand am Schmitzkuhlenberge und Silberberge bei Helmstädt von einer Thonablagerung bedeckt, welche nach v. Koenen gleichfalls unteroligocäne Conchylien enthält.

*) Die Braunkohle und ihre Verwendung, S. 695 f.

**) Nach v. Strombeck, im Neuen Jahrb. für Min. 1864, S. 203 f.

Unter den Conchylien, welche v. Koenen aus den Helmstädter Schichten aufführt, scheinen die folgenden besonders häufig zu sein.

Conchiferen.

*Pecten corneus Sow.*
*Limopsis costulata Goldf.*
*Leda Galeottina Nyst*
*. . . perovalis v. Koen.*
*Crassatella cf. compressa Lam.*
*Isocardia multicostata Nyst*
*Venericardia latisulca Nyst*
*. . . . . . . suborbicularis Sandb.*
*Lucina gracilis Nyst*
*Corbula obovata v. Koen.*

Gastropoden.

*Dentalium acutum Héb.*
*Natica labellata Lam.*
*Turritella crenulata Nyst*
*Cerithium Strombecki v. Koen.*
*Rissoina cochlearella Lam.*
*Actaeon simulatus Sow.*
*Ringicula coarctata v. Koen.*
*Borsonia Delucii Nyst*
*Pleurotoma turbida Sol.*
*. . . . . . . denticula Bast.*
*. . . . . . . Bosqueti Nyst*
*. . . . . . . Selysii Kon.*
*. . . . . . . Konincki Nyst*
*. . . . . . . Strombecki v. Koen.*
*. . . . . . . semilaevis Phil.*
*. . . . . . . tricincta Edw.*
*Cancellaria evulsa Sol.*
*. . . . . . . nitens Beyr.*
*Pisanella pyruliformis Nyst*
*Fasciolaria funiculosa Lam.*
*Fusus scalariformis Nyst*
*. . . . Sandbergeri Beyr.*
*. . . . interruptus Sow.*
*. . . . Edwardsi v. Koen.*
*. . . . longaevus Sol.*
*Tiphys Schlotheimii Beyr.*
*Tritonium flandricum Kon.*
*Voluta labrosa Phil.*
*. . . . suturalis Nyst*
*Ancillaria subcanalifera Orb.*
*. . . . . . unguiculata Beyr.*
*Conus deperditus Brug.*

Nachdem wir beispielsweise zwei Localitäten der nordteutschen unteroligocänen Formation betrachtet haben, müssen wir noch einen allgemeinen Ueberblick ihrer paläontologischen Verhältnisse geben.

Die organischen Ueberreste des ganzen Schichtensystems sind in der That sehr zahlreich, so dass diese unteroligocäne Fauna eine der reichhaltigsten tertiären Faunen sein dürfte*). Ausser vielen Mollusken sind auch die Foraminiferen, jedoch in unbedeutender Anzahl vorhanden, unter welchen eine Species von *Nummulites* **) besonders interessant ist, weil sie abermals beweist, dass die Nummuliten bis in die untere Abtheilung der Oligocänformation heraufreichen, wenn sie auch dort nicht so massenhaft auftreten, wie in der Eocänformation.

Ueber die Polypen oder Korallen besitzen wir Mittheilungen von Philippi, Keferstein, A. Römer und Reuss***), aus denen sich ergiebt, dass es meist kleine Einzelkorallen sind, welche, wie in der nordteutschen Oligocänformation überhaupt, so auch in dieser unteren Abtheilung gefunden werden, während die zusammengesetzten, riffbauenden Korallen fehlen.

---

*) Mein hochverehrter Freund, Herr A. v. Koenen, schreibt mir, dass er nur von Mollusken bereits gegen 850 Arten besitzt.

**) *Nummulina germanica*, nach Bornemann; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 12, S. 158.

***) Philippi a. a. O.; Keferstein, in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 11, S. 354 ff.; A. Römer, in *Palaeontographica*, Bd. 9, S. 230 ff. und Reuss in seiner Abhandlung zur Fauna des deutschen Oberoligocäns, S. 7.

Zu den häufiger oder doch nicht selten vorkommenden Formen dürften etwa die folgenden gehören:

| | |
|---|---|
| *Caryophyllia cornucopiae Kef.* | *Cryptaxis alloporoides Reuss* |
| *Conocyathus ventricosus Röm.* | *Flabellum alatum Röm.* |
| *Trochocyathus glaber Röm.* | *. . . . . . ovale Röm.* |
| *Paracyathus asperulus Röm.* | *Oculina polyphylla Röm*).* |
| *Cyathina tenuis Kef.* | *Trochoseris helianthoides Röm.* |
| *. . . . . teres Phil.* | *Eupsammia teres Röm.* |
| *. . . . . compressa Kef.* | *Balanophyllia praelonga Michell.* |
| *Turbinolia attenuata Kef.* | *. . . . . . . . . subcylindrica Phil.* |
| *. . . . . . pygmaea Röm.* | *Lobopsammia dilatata Röm.* |
| *. . . . . . laminifera Kef.* | *Dendracis pygmaea Röm.* |

Während die Foraminiferen im Magdeburger Sande nur wenig vertreten zu sein scheinen, so sind die Bryozoën bereits in grösserer Anzahl nachgewiesen worden. Stoliczka führt allein von Latdorf 47 Arten auf, von denen 23 auch aus anderen Gegenden (und zwar grösstentheils aus dem Leithakalke) bekannt, die übrigen dagegen neu sind.

Zu den häufigeren Arten gehören besonders:

| | |
|---|---|
| *Hornera verrucosa Reuss* | *Eschara ornatissima Stol.* |
| *. . . . . gracilis Phil.* | *. . . . . subovata Stol.* |
| *Biflustra glabra Phil.* | *. . . . . coscinophora Reuss* |
| *Orbitulipora Haidingeri Stol.* | *Stichoporina Reussi Stol.* |

Was nun aber die besonders wichtigen Mollusken betrifft, deren Anzahl sehr bedeutend ist, so verdanke ich der Güte meines verehrten Freundes v. Koenen folgendes Verzeichniss der allgemein verbreiteten und daher wichtigsten Species, hinter deren Namen zugleich ihr Vorkommen einestheils in den eocänen, und anderntheils in den mitteloligocänen, oberoligocänen und miocänen Schichten durch Sternchen bemerkt ist**). Als das Unteroligocän nicht eigentlich charakterisirende Species würden also diejenigen zu betrachten sein, welche keine Sterne hinter ihren Namen zeigen, wenn sie auch nicht gerade immer zu den häufigsten gehören. Das sehr bedeutende Vorwalten der Gastropoden ist schon aus diesem Verzeichnisse ersichtlich.

| | eocän | mittel-olig. | ober-olig. | miocän |
|---|---|---|---|---|
| **Brachiopoden.** | | | | |
| *Terebratula grandis Blum.* . . . . . . . . . | — | * | * | * |
| *Terebratulina Nysti Bosq.* . . . . . . . . | — | — | — | — |
| *. . . . . . . . . striatula Dav.* . . . . . . . . | * | — | — | * |
| *Argiope multicostata Bosq.* . . . . . . . . | — | — | — | — |
| *Thecidium mediterraneum L. v. lattorfense Dav.* | — | — | — | — |
| **Conchiferen.** | | | | |
| *Ostrea ventilabrum Goldf.* . . . . . . . . . | — | — | — | — |
| *. . . . gigantea Sol.* . . . . . . . . . . . | * | — | — | — |

*) Oder *Bathangia sessilis* nach Keferstein.

**) Auch die in den nächstfolgenden Paragraphen mitgetheilten ähnlichen Tabellen hat mir Herr v. Koenen eingesendet, und sich dadurch nicht nur um mich, sondern auch um die Leser meines Buches und um die Wissenschaft überhaupt sehr verdient gemacht. Denn es sind meines Wissens die ersten kritisch bearbeiteten Uebersichten der oligocänen Molluskenfauna, welche uns hiermit von einer der bedeutendsten Auctoritäten geboten werden.

| | eocän | mittel-olig. | ober-olig. | miocän |
|---|---|---|---|---|
| *Ostrea Queteleti Nyst* | — | — | — | — |
| *Anomia Alcestiana Nyst* | — | — | — | — |
| *Pecten corneus Sow.* | * | — | — | — |
| .... *bellicostatus Wood* | — | — | — | — |
| *Limaea Sacki Phil.* | — | — | — | — |
| *Spondylus Buchii Phil.* | — | — | — | — |
| ...... *bifrons Goldf.* | — | — | ? | — |
| *Vulsella Martensii v. Koen.* | — | — | — | — |
| *Arca appendiculata Sow.* | * | — | — | — |
| ... *biangula Lam.* | * | — | — | — |
| *Pectunculus obovatus Lam.* | — | * | * | — |
| *Limopsis costulata Goldf.* | — | — | — | — |
| *Nucula similis Sol. var. postera* | * | — | — | — |
| *Leda perovalis v. Koen.* | — | — | — | — |
| ... *Galeottiana Nyst* | * | — | — | — |
| *Chama monstrosa Phil.* | — | — | — | — |
| *Cardium cingulatum Goldf.* | — | * | * | * |
| ..... *Hausmanni Phil.* | — | — | — | — |
| ..... *hantoniense Edw.* | — | — | — | — |
| *Lucina gracilis Nyst* | — | — | — | — |
| *Cyprina rotundata Braun* | — | * | * | * |
| *Astarte Bosqueti Nyst.* | — | — | — | — |
| .... *Henckeliusiana Nyst* | — | * | — | — |
| *Crassatella Woodi v. Koen.* | — | — | — | — |
| ........ *astarteiformis Nyst* | — | * | — | — |
| ........ *Bosqueti v. Koen.* | — | — | — | — |
| *Isocardia multicostata Nyst* | — | — | — | — |
| *Cypricardia carinata Nyst* | — | — | — | — |
| ......... *pectinifera Sow. var.* | * | — | — | — |
| *Venericardia latisulca Nyst.* | — | — | — | — |
| ......... *suborbicularis Sandb.* | — | — | — | — |
| *Cytherea incrassata Sow.* | ? | * | * | — |
| ....... *splendida Mer.* | — | * | * | — |
| ....... *Solandri Sow.* | — | — | — | — |
| *Tellina rhomboidalis Edw.* | * | — | — | — |
| ..... *lamellulata Edw.* | * | — | — | — |
| ..... *Benedenii Nyst var.* | — | — | * | * |
| *Corbula subpisum Orb.* | — | * | * | — |
| *Pholadomya Weissii Goldf.* | — | — | * | — |
| **Gastropoden.** | | | | |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | — | * | * | * |
| *Strombus canalis Lam.* | * | — | — | — |
| *Rostellaria ampla Sol.* | * | — | — | — |
| ........ *excelsa Gieb.* | * | — | — | — |
| *Murex Deshayesii Nyst* | — | * | * | * |
| ..... *filigrana Edw.* | * | — | — | — |
| ..... *bispinosus Sow.* | * | — | — | — |
| ..... *tristichus Beyr* | — | * | — | — |
| ..... *brevicauda Heb.* | — | — | ? | — |
| ..... *pereger Beyr.* | — | * | * | — |

| | eocän | mittel-olig. | ober-olig. | miocän |
|---|---|---|---|---|
| *Tiphys pungens* Sol. | * | * | * | — |
| ..... *Schlotheimii Beyr.* | — | * | * | — |
| ..... *parisiensis Orb.* | * | — | — | — |
| *Tritonium flandricum Kon.* | — | * | * | — |
| ........ *expansum* Sow. *var.* | * | — | — | — |
| ........ *foveolatum Sandb.* | — | * | — | — |
| *Cancellaria evulsa* Sol. | * | * | * | * |
| ......... *nitens Beyr.* | * | — | — | — |
| ......... *granulata Nyst* | * | * | * | — |
| ......... *subangulosa Wood* | * | * | * | * |
| ......... *elongata Nyst* | — | — | — | — |
| ......... *laevigata v. Koen.* | — | — | — | — |
| ......... *quadrata* Sow. | * | — | — | — |
| *Pyrula nexilis* Sol. | * | — | — | — |
| *Fusus scalarinus Lam.* | * | — | — | — |
| ..... *ringens Beyr.* | — | — | — | — |
| ..... *Sandbergeri Beyr.* | — | — | — | — |
| ..... *Hofmanni Phil.* | — | — | — | — |
| ..... *elongatus Nyst.* | — | * | * | — |
| ..... *septenarius Beyr.*. | — | — | — | — |
| ..... *scabrellus v. Koen.* | — | — | — | — |
| ..... *crassisculptus Beyr.* | — | — | — | — |
| ..... *unicarinatus Desh.* | * | — | — | — |
| ..... *egregius Beyr.*. | — | — | — | — |
| *Fasciolaria funiculosa Lam.* | * | — | — | — |
| *Leiostoma ovatum Beyr.* | — | — | — | — |
| *Pisanella Bettina Semp.*. | — | — | — | — |
| ....... *pyruliformis Nyst* | — | — | — | — |
| ....... *semigranosa Nyst* | — | ? | — | — |
| ....... *semiplicata Nyst* | — | * | * | — |
| *Purpura nodulosa Beyr.*. | — | — | — | — |
| *Cassis ambigua* Sol. | * | — | — | — |
| ..... *coronata Desh.* | * | — | — | — |
| *Cassidaria nodosa* Sol. | * | * | * | — |
| ........ *echinophora Lam.*. | — | — | — | * |
| *Ancillaria buccinoides Lam.* | * | — | — | — |
| ........ *subcanalifera Orb.*. | — | — | — | * |
| ........ *unguiculata Beyr.* | — | — | — | — |
| *Terebra Beyrichii Semp.*. | — | — | * | — |
| *Buccinum desertum* Sol.. | * | — | — | — |
| ........ *bullatum Phil.* | — | — | — | — |
| ........ *suturosum Nyst* | — | * | — | — |
| *Conus Beyrichii v. Koen.* | — | — | — | — |
| ..... *procerus Beyr.* | * | — | — | — |
| ..... *deperditus Brug.*. | * | — | — | — |
| *Pleurotoma turbida* Sol. | * | * | * | * |
| ......... *Bosqueti Nyst* | — | — | — | — |
| ......... *laticlavia Beyr.* | — | * | * | — |
| ......... *denticula Bast.* | * | * | * | * |
| ......... *Koninckii Nyst* | — | * | * | — |

| | eocän | mittel-olig. | ober-olig. | miocän |
|---|---|---|---|---|
| *Pleurotoma conifera Edw.* | * | — | — | — |
| ........ *Selysii Kon.* | — | * | * | — |
| ........ *plana Gieb.* | — | — | — | — |
| ........ *Beyrichii Phil.* | — | — | — | — |
| ........ *Strombecki v. Koen.* | — | — | — | — |
| ........ *semilaevis Phil.* | — | — | — | — |
| ........ *Semperi v. Koen.* | — | — | — | — |
| ........ *tricincta Edw.* | * | — | — | — |
| ........ *helicoides Edw.* | * | — | — | — |
| ........ *subconoidea Orb.* | — | — | — | — |
| ........ *perversa Phil.* | — | — | — | — |
| ........ *intorta Brocc.* | ? | * | * | * |
| ........ *Rappardi v. Koen.* | — | * | * | — |
| ........ *Pfefferi v. Koen.* | — | — | * | — |
| *Borsonia Delucii Nyst* | * | — | * | — |
| ....... *iberica Rou.* | * | — | — | — |
| ....... *sulcata Edw.* | * | — | — | — |
| *Voluta obtusa v. Koen.* | — | — | — | — |
| ..... *suturalis Nyst* | — | — | — | — |
| ..... *nodosa Sow.* | * | — | — | — |
| ..... *decora Beyr.* | — | — | — | — |
| ..... *labrosa Phil.* | — | — | — | — |
| *Mitra Mettei Gieb.* | — | — | — | — |
| ..... *circumcisa Beyr.* | — | — | — | — |
| ..... *perminuta Braun* | — | * | — | — |
| *Marginella perovalis v. Koen.* | — | — | — | — |
| ........ *intumescens v. Koen.* | — | — | — | — |
| *Cypraea anhaltina Gieb.* | — | — | — | — |
| ....... *costulata Gieb.* | — | — | — | — |
| *Natica hantoniensis Sow.* | * | * | * | — |
| ..... *dilatata Phil.* | — | * | * | — |
| ..... *labellata Lam.* | * | — | — | — |
| ..... *Nysti Orb.* | — | * | * | — |
| *Eulima auriculata v. Koen* | — | — | — | — |
| *Niso turris v. Koen.* | — | — | — | — |
| *Cerithium Genei Mich.* | — | — | — | * |
| ........ *laevum Phil.* | — | — | — | — |
| ........ *Henckelii Nyst* | — | * | — | — |
| ........ *bimoniliferum Sandb.* | — | * | — | — |
| *Mathilda scabrella Semp.* | — | — | — | — |
| *Turritella planispira Nyst* | — | * | — | — |
| *Scalaria interrupta Sow* | * | — | — | — |
| ....... *acuta Sow.* | * | — | — | — |
| ....... *pusilla Phil.* | — | * | * | — |
| ....... *Heyseana Phil.* | — | — | — | — |
| *Solarium Dumonti Nyst* | * | * | — | — |
| ....... *canaliculatum Lam.* | * | — | — | — |
| *Phorus solidus v. Koen.* | — | — | — | — |
| *Rissoa succincta Nyst* | — | * | — | — |
| *Rissoina cochlearella Lam.* | * | — | — | — |

| | eocän | mittel-olig. | ober-olig. | miocän |
|---|---|---|---|---|
| *Trochus Kickxii Nyst* . . . . . . . . . . | — | * | * | — |
| *Delphinula arvensis Phil.* . . . . . . . . | — | — | — | — |
| . . . . . . . . *Bronnii Phil* . . . . . . . . | — | — | — | — |
| *Pleurotomaria Sismondai Goldf.* . . . . . . | — | — | ? | — |
| *Emarginula Nysti Bosq.* . . . . . . . . | — | * | — | — |
| *Calyptraea striatella Nyst* . . . . . . . . | — | * | — | — |
| *Hipponyx planata Spey.* . . . . . . . . | — | * | * | — |
| *Dentalium acutum Héb.* . . . . . . . . . | — | * | — | — |
| . . . . . . . . *fissura Lam.* . . . . . . . . . . | * | * | — | — |
| *Tornatella simulata Sow.* . . . . . . . . | * | * | — | — |
| . . . . . . . . *punctatosulcata Phil.* . . . . . . | — | * | * | — |
| *Tornatina elongata Sow.* . . . . . . . . | * | * | * | — |
| *Ringicula gracilis Sandb.* . . . . . . . . | — | — | — | — |
| *Bulla elliptica Sow.* . . . . . . . . . . | * | — | — | — |
| . . . . *intermedia Phil.* . . . . . . . . . . | — | — | — | — |

Aus dieser, doch nur einen Theil der bereits bekannten Mollusken enthaltenden Tabelle ergiebt sich, dass nicht wenige Species aus der eocänen Formation in die oligocäne Formation herauf, und dass mehre Species durch die ganze Oligocänformation hindurch gehen.

### §. 471. *Mitteloligocäne Schichten; Stettiner Sand und Septarienthon.*

Die mitteloligocänen Schichten Nordteutschlands erscheinen mit einem zweifachen petrographischen Habitus, einmal als Sand und Sandstein, und dann als sogenannter Septarienthon, welcher letztere eine weit grössere Verbreitung besitzt, als die ersteren. Beide sind jedoch nur als verschiedene Facies einer und derselben Ablagerung zu betrachten, obgleich dort, wo sie zugleich auftreten, die sandige Facies nach unten, die thonige Facies nach oben erscheint, während sie an ihrer Gränze mit einander durch Wechsellagerung verbunden sind.

Da nun die sandige Facies besonders in der Gegend von Stettin sehr entwickelt ist, so begreift man sie wohl auch unter dem Namen des Stettiner Sandes, wogegen die thonige Facies nach Beyrich als Septarienthon aufgeführt zu werden pflegt.

Indem wir uns dieser beiden Namen bedienen wollen, müssen wir jedoch die Bemerkung vorausschicken, dass der Sand keineswegs überall dieselbe Beschaffenheit hat, wie bei Stettin, und dass auch der Thon nicht überall Septarien enthält, weshalb denn, streng genommen, der Name Septarienthon nicht auf alle Localitäten seines Vorkommens passt. Daher schlägt v. Koenen den Namen Rupelthon vor.

1. Stettiner Sand und aequivalente Sande.

Die mitteloligocäne Etage wird bei Neustadt-Magdeburg, unmittelbar über den Schichten der Culmformation, von glaukonitischen thonigen Sanden gebildet, welche zwar petrographisch dem Magdeburger Sande sehr ähnlich, paläontologisch aber als eine etwas jüngere Bildung charakterisirt sind. Nach den Untersuchungen von Ewald verbreiten sich diese Sande nordwestlich und

nördlich von Magdeburg über Hermsdorf bis nach Neuhaldensleben und Wolmirstädt; in südlicher Richtung erscheinen sie bei Latdorf, wo sie dem Magdeburger Sande aufgelagert sind, sowie bei Beidersee, nördlich von Halle. Auch bei Söllingen im Herzogthume Braunschweig (nördlich von Jerxheim) sind dergleichen sandig-thonige Schichten durch einen Einschnitt der Eisenbahn aufgeschlossen worden.

Ueber dieses Vorkommen bei Söllingen sind wir durch Grotrian und Speyer genau unterrichtet worden *). In dem erwähnten Einschnitte der Eisenbahn wurden nämlich über der Bahnsohle graue, sandig-thonige Schichten entblöst, welche nach unten immer dunkler werden, zahlreiche Fossilien enthalten, sich aber durch ihre mehr sandige Natur, sowie durch den Mangel an Septarien und an Gypskrystallen von dem eigentlichen Septarienthone unterscheiden, wie ihn v. Strombeck weiter nördlich am Söllinger Bahnhofe nachgewiesen hatte **). Ueber diesen grauen Schichten liegen scharf abgegränzt gelbe, sandige Schichten, welche schliesslich von unzweifelhaften Diluvialschichten bedeckt werden, und wahrscheinlich gleichfalls als solche zu deuten sind, weil sie scheinbar eingeschwemmte oberoligocäne Conchylien enthalten.

Speyer führt aus den grauen Schichten 99 sicher bestimmbare Conchylien-Arten auf, von denen jedoch 27 neu und bis jetzt nur auf Söllingen beschränkt, die übrigen 72 aber auch in anderen Gegenden bekannt sind. Da nun 60 von diesen letzteren in mitteloligocänen Schichten vorkommen, so ist die Folgerung wohl gerechtfertigt, dass die in Rede stehenden Schichten der mitteloligocänen Periode angehören, obgleich nicht wenige Species auch in die oberoligocäne Formation hinaufgehen.

Die am häufigsten vorkommenden Arten scheinen folgende zu sein:

Conchiferen.

*Ostrea callifera Lam.*
*Anomia Goldfussi Desh.*
*Pecten bifidus Münst.*
..... *impar Spey.*
*Lima Nysti Spey.*
*Arca decussata Nyst*
*Pectunculus Philippii Desh.*
*Limopsis retifera Semp.*
*Leda gracilis Desh.*
*Cardita laevigata Spey.*
...... *tuberculata Goldf.*
*Astarte Kickxii Nyst*
...... *pygmaea Goldf.*
*Cardium cingulatum Goldf.*
....... *tenuisulcatum Nyst*
*Cytherea splendida Mer.*
*Corbula subpisum Orb.*
*Saxicava bicristata Sandb.*

---

*) Oscar Speyer veröffentlichte schon früher (in Zeitschr der deutschen geol. Ges. Bd. 12, 1860, S. 471 ff.) eine Abhandlung über die tertiären Conchylien von Söllingen, in welcher er die Ansicht aussprach, dass die dortige Fauna oberoligocän sei. In einer späteren vortrefflichen Monographie, welche unter dem Titel: die Tertiärfauna von Söllingen, 1864, erschienen ist, hat er jedoch diese Ansicht berichtigt, und dieselbe Fauna für mitteloligocän erklärt; wie diess v. Koenen schon ein Jahr früher ausgesprochen hatte in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 612.

**) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 319, und Speyer, die Tertiärfauna von Söllingen, S. 8, Anm.

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Mitra söllingensis Spey.* | *Turritella crispula Sandb.* |
| *Cassis Rondeleti Bast.* | *Pleurotoma Volgeri Phil.* |
| *Tritonium flandricum Kon.* | ......... *scabra Phil.* |
| *Murex tristichus Beyr.* | ......... *Waterkeynii Nyst* |
| ..... *Deshayesii Nyst* | ......... *Selysii Kon.* |
| *Tiphys pungens Sol.* | ......... *laticlavia Beyr.* |
| ..... *cuniculosus Nyst* | ......... *regularis v. Ben.* |
| ..... *Schlotheimii Beyr.* | ......... *Duchastelii Nyst* |
| *Fusus elongatus Nyst* | *Scalaria pusilla Phil.* |
| ..... *multisulcatus Nyst* | *Natica Nystii Orb.* |
| *Cancellaria granulata Nyst* | *Rissoa Duboisii Nyst* |
| ........ *evulsa Sol.* | ..... *multicostata Spey.* |
| *Cerithium Henckelii Nyst* | *Capulus elegantulus Spey.* |
| ....... *Sandbergeri Desh.* | *Dentalium Kickxii Nyst.* |

Interessant ist auch das Vorkommen der *Terebratula grandis*. Foraminiferen *), Bryozoën und Anthozoën sind reichlich vertreten, wogegen die Echinodermen und Anneliden sparsam vorzukommen scheinen; von Crustaceen wird eine neue Balanus, nämlich *Balanus Bronni* als häufig erwähnt; auch finden sich Zähne von Fischen, besonders von *Lamna*, *Sphaerodus* und *Otodus*.

Das interessanteste Vorkommen ihrer sandigen Facies zeigt jedoch die mitteloligocäne Etage in der Gegend von Stettin, deren Sandsteinkugeln die Aufmerksamkeit der Geognosten schon lange auf sich gezogen haben **).

Dieser eigentliche Stettiner Sand macht sich weithin durch seine fast pomeranzgelbe Farbe bemerkbar, die nur selten in lichtgelb oder dunkelbraun verläuft, und in einem sehr starken Gehalte an Eisenoxydhydrat begründet ist, welches die feinen Quarzkörner überzieht; er ist mehr oder weniger glimmerreich, grösstentheils locker und zerreiblich, geht aber oftmals über in einen weichen Sandstein.

Innerhalb beider Varietäten erscheinen stetig fortsetzende Bänke eines ausserordentlich harten, dunkel braunrothen, etwas glimmerhaltigen, sehr zerklüfteten Sandsteins, ausserdem aber noch zahlreiche Kugeln und Knollen von einem Zoll bis zu mehren Fuss im Durchmesser, welche eine concentrischschalige Farbenzeichnung und Absonderung zeigen, nach aussen in das umgebende weichere Gestein übergehen, nach innen aber einen festen Kern umschliessen, der, nach einer Ebene spaltbar, gewöhnlich ein einzelnes Petrefact, in den sehr grossen Concretionen wohl auch eine ganze Lage von Petrefacten enthält. Die Kugeln sind oft so regelmässig gestaltet, dass man sie für Kunstproducte halten könnte; sie kommen meist einzeln, selten (wie bei Gotzlow) zu förmlichen Schichten vereinigt vor. Auch der weiche Sandstein zeigt hier und da ganze Schichten, welche mit Abdrücken und Steinkernen, bisweilen auch mit wohl erhaltenen Schalen von Conchylien erfüllt sind.

---

*) Reuss führt von Söllingen 67 Arten Foraminiferen an.

**) Wir entlehnen die nachfolgende Beschreibung aus zwei Abhandlungen der Herren Behm und v. dem Borne in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 9, S. 337 und 493; die Kugeln werden noch erwähnt in derselben Zeitschr. Bd. 2, S. 215; Bd. 5, S. 17, und Bd. 6, S. 271.

Diese eigenthümliche Sand- und Sandsteinbildung ist auf dem linken Ufer der Oder, zwischen Stettin und Pölitz, an dem steileren Gehänge und in dessen Seitenschluchten von Züllchow über Frauendorf, Gotzlow, Glienicke, Cavelwisch, Schollwin (hier besonders mächtig) bis gegen Messenthin an vielen Stellen entblösst, und wird fast überall von dem Septarienthon bedeckt.

In der zwischen Züllchow und Frauendorf herabkommenden Schlucht aber, sowie bei Schollwin und bei der Mückenmühle im Neuendorfer Thale, da ist eine deutliche Wechsellagerung beider Gesteine zu beobachten. Dieses Verhältniss sowie die Petrefacten des Sandsteins machen es unzweifelhaft, dass der Stettiner Sand nur ein integrirender Theil derselben Etage ist, zu welcher auch der Septarienthon gehört.

Das allgemeine sehr schwache Einfallen der Schichten ist von Norden nach Süden gerichtet*), weshalb denn auch südlich von Stettin nur der Septarienthon zu Tage austritt.

Behm erwähnt aus dem Sandsteine folgende Conchylien:

| | |
|---|---|
| *Pleurotoma Selysii* | *Pleurotoma regularis* |
| ......... *subdenticulata* | *Natica Nystii* |
| ......... *flexuosa* | *Fusus elongatus* |
| ......... *Waterkeynii* | ..... *multisulcatus*, |

welche alle auch im Septarienthon bekannt sind.

2. Septarienthon.

Schon oben wurde bemerkt, dass der Septarienthon in weit grösserer Verbreitung bekannt ist, als die sandige Facies der mitteloligocänen Etage; und in der That scheint er sich aus der Gegend von Düsseldorf und aus dem Mainzer Bassin, mit theilweiser Unterbrechung, durch den mittleren Theil von Nordteutschland bis nach Stettin und weit hinein in das Grossherzogthum Posen zu erstrecken.

Den ersten sicheren Nachweis dieses sehr wichtigen Gliedes der nordteutschen Tertiärformation gab im Jahre 1847 Girard, welcher, bei Gelegenheit einer mit Leopold v. Buch ausgeführten Excursion, in der Gegend von Hermsdorf zwischen Berlin und Oranienburg denselben durch Kalkstein-Septarien und Conchylien ausgezeichneten Thon wieder erkannte, welchen er früher an der Warthe und Weichsel in grosser Verbreitung kennen gelernt hatte. Neues Jahrb. für Min. 1847, S. 562 ff. Bald darauf erschien die wichtige Abhandlung von Beyrich (in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 1 bis 103), in welcher der Name Septarienthon eingeführt, die Fauna desselben zum ersten Male ausführlich beschrieben, und seine Identität mit dem Thone von Boom und Baesele in Belgien ausgesprochen wurde. Dass er aber nicht dem Londonthone aequivalent und nicht eocän sein könne, wie bis damals geglaubt wurde, diess erklärte Beyrich im Jahre 1851, indem er ihn als die Fortsetzung des *Système rupelien (argiles rupéliennes)* von Dumont erkannte. Zeitschrift der deutschen geol. Ges., Bd. 3, S. 212.

Der Septarienthon ist ein blaulichgrauer bis schwärzlichgrauer, bisweilen auch grünlichgrauer, nach oben oft gelblichgrauer bis brauner, meist sehr reiner, im feuchten Zustande fetter und plastischer, selten etwas sandiger

*) Nach Behm, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 449 f.

Thon, welcher im trocknen Zustande in viele kleine, scharfkantige Stücke mit glänzender striemiger Oberfläche zerbröckelt. Ein Kalkgehalt giebt sich oftmals durch ein mehr oder weniger lebhaftes Aufbrausen mit Säuren zu erkennen, und ist auch bisweilen durch Analysen nachgewiesen worden. Er enthält sehr gewöhnlich Gyps in Krystallen und Krystallgruppen, auch Pyrit in Knollen, sowie zuweilen rundliche Nieren von Thoneisenstein, welche wohl aus der Zersetzung des Pyrites entstanden sind. Meist ist er durchaus ungeschichtet, und stellt eine stetige compacte Masse dar.

An den meisten Orten seines Vorkommens ist dieser Thon ausgezeichnet durch die sogenannten Septarien*), rundliche oder flach ellipsoidische, einige Zoll bis mehre Fuss im Durchmesser haltende Concretionen eines hellgrauen, dichten, meist mergeligen, oft eisenreichen und dann gelb oder braun verwitternden Kalksteins, welche nach innen zerborsten und auf den dadurch entstandenen Klüften meist mit Kalkspath, Braunspath oder Gyps erfüllt sind; sie lassen sich daher leicht zerschlagen, und zerfallen auch bei der Verwitterung von selbst in keilförmige Stücke. Selten finden sich stetig ausgedehnte Kalksteinschichten, von ½ bis 2 Fuss Mächtigkeit, wie bei Wronke und Owinsk an der Warthe, und bei Striese unweit Stroppen, nördlich von Breslau**).

Der Septarienthon ist oft reich an marinen Conchylien, an Bryozoën und Foraminiferen, welche letztere erst bei dem Ausschlämmen desselben deutlich hervortreten; an vielen Orten jedoch erscheinen organische Ueberreste nur selten, und bisweilen werden sie auch gänzlich vermisst.

Wie nach seiner Verbreitung, so ist der Septarienthon auch nach seiner Mächtigkeit als eines der bedeutendsten Glieder der nordteutschen Tertiärformation zu betrachten; denn, wenn er auch stellenweise an seinen Ausstrichen, oder da, wo er starken Abtragungen unterworfen war, mit geringerer Mächtigkeit erscheint, so ist er doch an anderen Orten bis 100 und 200, ja an einer Stelle sogar 250 Fuss mächtig erkannt worden.

Bei der grossen Wichtigkeit des Septarienthones, und bei dem meist sporadischen Auftauchen desselben unter den jüngeren Bildungen des nordteutschen Tieflandes halten wir es für zweckmässig, eine übersichtliche Darstellung seiner bekannten Vorkommnisse einzuschalten, wobei wir von Osten nach Westen vorgehen wollen.

Als einige der wichtigsten Localitäten des Vorkommens des Septarienthones dürften etwa die folgenden zu erwähnen sein.

Innerhalb des Grossherzogthums Posen ist der Septarienthon besonders im Thale der Warthe an vielen Orten entblöst, und stellenweise, wie bei Wronke und Owinsk durch das Vorkommen einzelner Kalksteinlager ausgezeichnet; in der Stadt Posen wurde er in einer Mächtigkeit von 156 Fuss durchbohrt. Girard, a. a. O. 244.

---

*) Vergl. Bd. I, S. 419. Dass der Septarienthon nicht überall Septarien enthält, diess wurde bereits oben erwähnt.

**) Girard, die norddeutsche Ebene, S. 212, 240 u. 242: das Kalksteinlager von Striese ist merkwürdig wegen der eigenthümlichen Pflanzenabdrücke, welche es enthält.

Im Oderthale findet sich der Septarienthon am linken Ufer oberhalb Stettin von Kurow bis Nieder-Zahden, sowie unterhalb Stettin von Züllchow bis nahe vor Pölitz, und ist er daselbst an mehren Puncten durch Wechsellagerung mit dem Stettiner Sande verbunden. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 4, S. 125; Bd. 9, S. 331 f. und S. 491 f.

Bei Buckow, zwischen Berlin und Küstrin, in der sogenannten märkischen Schweiz, liegt der Septarienthon in discordanter Lagerung*) über den mehr oder weniger steil aufgerichteten und gewundenen Schichten der Braunkohlenformation; er ist bis über 60 Fuss mächtig, stellenweise reich an *Leda Deshayesiana* und an vielen Species von *Pleurotoma*, und wird von mächtigen Lagern eines glimmerreichen weissen Sandes bedeckt. Girard, a. a. O. S. 199 ff. und Plettner in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 4, S. 404. Auch südöstlich von Buckow, bei Müncheberg, wird die Braunkohle von einem blaulich-grauen, plastischen, gypsreichen Thone bedeckt, der zwar fossilfrei, dennoch aber wohl die Fortsetzung des Buckower Thones ist. Bei Freienwalde, nördlich von Buckow, ist, als das Liegende des dortigen Alaunerzlagers, ein grünlich- und blaulich-grauer Thon von mehr als 88 Fuss Mächtigkeit erkannt worden, welcher in der westlich von der Stadt liegenden Thongrube der Rathsziegelei die charakteristischen Fossilien des Septarienthones enthält. Girard, a. a. O. S. 208.

An diesen Landstrich schliesst sich unmittelbar die nördlich von Berlin gelegene Gegend an, in welcher der Septarienthon an vielen Puncten bekannt ist. Dahin gehört zuvörderst Hermsdorf, wo der Thon in mehren Gruben bis zu 20 Fuss Tiefe gewonnen wird, während ein neuerer Bohrversuch gezeigt hat, dass er dort über 200 Fuss mächtig ist. Nach Girard findet er sich auch bei Oranienburg und Kremmen, bei Neustadt-Eberswalde und Joachimsthal, wie er denn überhaupt in diesem Theile der Mark Brandenburg eine grosse Verbreitung zu besitzen scheint, welche seiner grossen Mächtigkeit entspricht. Aus diesem Thone von Hermsdorf und Joachimsthal (nebst Görzig) bestimmte Beyrich in den Jahren 1847 und 1848 unter anderen folgende Conchylien:

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Corbula clava Beyr.* | *Arca decussata Nyst* |
| *Astarte Kickxi Nyst* | *Axinus unicarinatus Nyst* |
| *Nucula Chastelii Nyst* | ..... *obtusus Beyr.* |
| *Leda Deshayesiana Nyst* | *Pecten permistus Beyr.* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Conus Allioni Michel.* | *Pleurotoma subdenticulata Münst.* |
| *Tiphys fistulosus Brocc.* | ......... *crenata Nyst* |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | ......... *laticlavia Beyr.* |
| *Fusus elatior Beyr.* | ......... *Selysii Kon.* |
| ..... *multisulcatus Nyst* | ......... *flexuosa Münst.* |
| ..... *Konincki Nyst* | ......... *Waterkeyni Nyst* |
| ..... *elongatus Nyst* | ......... *regularis Kon.* |
| ..... *scabriculus Phil.* | ......... *scabra Phil.* |
| ..... *rotatus Beyr.* | ......... *Volgeri Phil.* |
| *Pyrula concinna Beyr.* | *Cassis Rondeleti Bast.* |
| *Borsonia plicata Beyr.* | *Cerithium quadrisulcatum Lam.* |
| ....... *decussata Beyr.* | *Scalaria undosa Sow.* |
| *Cassidaria depressa Buch* | ...... *semicostata Sow.* |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | *Actaeon elongatus Sow.* |
| ......... *granulata Nyst* | *Natica glaucinoides Sow.* |

*) Diese Lagerung hebt Girard mit Recht als eine sehr beachtenswerthe Erscheinung hervor; die norddeutsche Ebene, S. 201.

Dazu kommen noch Arten von *Dentalium*, *Bulla* u. a. Eine Vergleichung mit den Vorkommnissen in Belgien ergab die Identität des Septarienthones mit dem Thone von Boom und Baesele. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, S. 65.

In Meklenburg-Strelitz kennt man den Septarienthon bei Neu-Brandenburg, als einen blaulich-grauen Thon, welcher zwar sehr aufgewühlt und mit eingespülten Geröllen und Petrefacten vermengt ist, dennoch aber viele sehr charakteristische Fossilien enthält, unter denen namentlich *Leda Deshayesiana* und *Nucula Chastelii* sehr vorwalten. Boll, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 3, S. 459.

In Meklenburg-Schwerin ist besonders Mallis unweit Dömitz zu erwähnen, wo der über 100 Fuss mächtige Septarienthon mit allen seinen charakteristischen Eigenschaften über dem Kreidemergel und unter der miocänen Braunkohlenformation liegt; da alle diese Schichten gleichmässig 30 bis 40° geneigt sind, so muss ihre Hebung eine verhältnissmässig sehr neue sein. Eine genaue Beschreibung der dortigen Verhältnisse überhaupt und des Thones insbesondere gab Koch, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 8, S. 249 ff.

Weiter aufwärts an der Elbe ist es vor allen die Gegend zwischen Burg und Magdeburg, wo der Septarienthon nicht nur in bedeutender Verbreitung zu Tage austritt, sondern auch eine grosse Mächtigkeit erlangt. Nach Beyrich steht er dort bei Hohenwarte und Gross-Lostau auf ansehnliche Erstreckung am Ufer der Elbe an; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 3, S. 216). Oestlich davon bei Pietzpuhl besteht nach v. Schlicht ein von NW. nach SO. laufender Höhenzug aus einem sehr mergeligen Thone (mit 20 pr. C. Kalk), welcher reich an kleinen Gypskrystallen, an Septarien und an Foraminiferen ist*), und fast unergründlich zu sein scheint; (Zeitschr. etc. Bd. 9, S. 193). In der That ist er auch bei Pietzpuhl durch ein Bohrloch 257 Fuss mächtig befunden worden; (Girard, die norddeutsche Ebene, S. 126). Nach v. Bennigsen-Förder erstreckt sich derselbe Thon in einem flachen breiten Rücken von Hohenwarte aus 4 Meilen weit über Pietzpuhl, Königsborn und Möckern bis nach Loburg; (Zeitschr. etc. Bd. 11, S. 476).

Bei dem Dorfe Görzig, südlich von Köthen, ist der Septarienthon über dem Magdeburger Sande und der Braunkohle durch Bohrversuche 113 bis 152 Fuss mächtig nachgewiesen worden; eben so hat ihn der Braunkohlenbergbau bei Biere und an einigen anderen südlich von Magdeburg gelegenen Orten über demselben Sande erkennen lassen.

Weiter westlich von Magdeburg kennt man den Septarienthon nur ganz sporadisch an einzelnen Puncten. So wurde er am Bahnhofe bei Söllingen durch einen Eisenbahn-Einschnitt, bei Salzgitter durch ein paar Bohrlöcher, bei Bredenbeck am Deister durch einen Stollenbetrieb nachgewiesen. Bei dem Dorfe Walle nördlich von Celle werden Thongruben betrieben, in denen *Leda Deshayesiana* und andere bezeichnende Conchylien vorkommen; (Neues Jahrb. für Min. 1844, S. 459). Bei Bünde in Westphalen liegt zwischen den dortigen unter- und oberoligocänen Schichten eine Thonablagerung, in welcher v. Koenen den Septarienthon mit *Leda Deshayesiana* erkannt hat.

Die westlichsten Gegenden Nordteutschlands, in denen der Septarienthon bekannt ist, befinden sich in Rheinpreussen, im Regierungsbezirke Düsseldorf, südlich von Ratingen, wo er als dunkelgrauer Thon mit kleinen Kalkstein-Septarien und zahlreichen Dentalien unter dem Grafenberger Sande in ziemlicher Ausdehnung auftritt; auch nördlich von Ratingen, bei Cromford und Lintorf, liegt derselbe z. Th. glaukonitische Thon in geringer Mächtigkeit unmittelbar über dem Kalksteine und Sandsteine der Culmformation. Nach v. Dechen, Orographisch-geognostische Uebersicht des Reg.-Bez. Düsseldorf, 1864, S. 189 ff.

---

*) Nach Reuss ist Pietzpuhl eine der reichsten Localitäten für die Foraminiferen.

Endlich ist ein ziemlich ausgedehntes Vorkommen des Septarienthones in Kurhessen nachgewiesen worden, wo sich an der Ostseite des Habichtwaldes durch die Kreise Homberg, Fritzlar, Melsungen, Cassel und Hofgeismar eine mehr oder weniger unterbrochene Zone von tertiären Meeresbildungen hinzieht, in welcher der Septarienthon als unteres, und eine jüngere Mergel- und Sandbildung als oberes Glied erscheint. Beyrich hat diesen Septarienthon*) ausführlich besprochen, und 25 Fossilien desselben bestimmt, unter welchen sich viele ganz charakteristische Species befinden. Berichte über die Verhandl. der Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1854, S. 640 ff. Nach Ludwig liegt über ihm bei Kirchhain ein limnischer Thon.

Nachdem wir die mitteloligocänen Tertiärschichten Nordteutschlands sowohl in ihrer sandigen, als in ihrer thonigen Facies nach ihren petrographischen Eigenschaften und nach ihrer Verbreitung kennen gelernt haben, müssen wir uns noch eine allgemeine Uebersicht ihrer organischen Ueberreste verschaffen, unter welchen besonders die Foraminiferen und mehre Abtheilungen der Mollusken eine sehr wichtige Rolle spielen.

1. Foraminiferen. Besonders der Septarienthon ist oft ausserordentlich reich an ihnen; doch fehlen sie auch nicht in den sandigen Schichten. Bornemann und Reuss haben sich schon früher um die genauere Bestimmung derselben sehr verdient gemacht**), und Reuss gab noch im Jahre 1866 eine treffliche Abhandlung über die Foraminiferen, Anthozoën und Bryozoën des Septarienthones, aus welcher wir Folgendes entlehnen.

Man kennt aus dem Septarienthone und den mitteloligocänen Schichten überhaupt bereits 228 Species von Foraminiferen, von denen freilich nur wenige eine sehr allgemeine Verbreitung besitzen, und manche bis jetzt nur an einzelnen Orten gefunden worden sind. Zu den wichtigsten Localitäten gehören Hermsdorf mit 87, Pietzpuhl mit 77, Söllingen mit 67 und Mallis mit 54 Arten. Bei weitem vorwaltend sind die *Cristellarien*, *Nodosarien*, *Polymorphinen*, *Lagenen* und *Truncatulinen*. Nur 10 dieser Species finden sich auch in den unteroligocänen Schichten.

Als diejenigen eigenthümlichen Species, welche besonders zahlreich in weiter horizontaler Verbreitung vorkommen, nennt Reuss:

| | |
|---|---|
| *Gaudryina siphonella Reuss* | *Bolivina Beyrichi Reuss* |
| *Triloculina enoplostoma Reuss* | *Truncatulina granosa Reuss* |
| . . . . . . *valvularis Reus* | *Pulvinulina contraria Reuss* |
| *Quinqueloculina impressa Reuss* | *Rotalia bulimoides Reuss* |
| *Glandulina obtusissima Reuss* | . . . . *Girardana Reuss* |
| *Cristellaria Gerlachi Reuss* | *Nonionina affinis Reuss* |
| *Bulimina socialis Born.* | |

dazu kommen noch einige andere Species, welche, wie z. B.

| | |
|---|---|
| *Quinqueloculina triangularis Orb.* | *Sphaeroidina variabilis Reuss* |
| *Nodosaria capitata Boll* | *Textilaria carinata Orb.* |

durch die ganze Oligocänformation hindurch gehen, oder auch, wie *Nodosaria soluta Reuss* und *Pullenia bulloides Orb.*, schon in der unteren Abtheilung bekannt sind.

*) Der auch noch viel weiter südlich bei Eckardroth unweit Wächtersbach bekannt ist.

**) Reuss, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 3, 1851, S. 49 ff. und Bd. 4, 1852, S. 16, auch Bd. 10, 1858, S. 433; Bornemann, in derselben Zeitschr. Bd. 7, 1855, S. 307 ff.

2. Die **Anthozoën** oder **Korallen** der mitteloligocänen Schichten sind, sowie jene der unteroligocänen Schichten, fast lauter kleine Einzelkorallen, ... denen manche auch in die oberoligocänen Schichten hinaufreichen. Keferstein, A. Römer und Reuss haben sie bestimmt und beschrieben; sie scheinen in ... geringerer Anzahl der Arten vorzukommen, als diejenigen der unter- und ...oligocänen Etage.

Als einige der häufiger vorkommenden Arten sind etwa zu nennen:

| | |
|---|---|
| *Caryophyllia vermicularis Röm.* | *Paracyathus firmus Phil.* |
| .......... *eques Röm.* | *Trochocyathus planus Kef.* |

3. **Bryozoën.** Reicher als an Anthozoën ist die mitteloligocäne Etage an ...ozoën, von denen Reuss 81 Species aufführt, welche jedoch bis auf eine ein...e insgesammt aus den Schichten von Söllingen stammen, wodurch sich diese ...ichten als eine Litoralbildung zu erkennen geben, während der eigentliche, ... Foraminiferen reiche Septarienthon in grösserer Entfernung von der Küste ...d in tieferem Wasser abgesetzt wurde*). Von diesen 81 Species finden sich ... auch in den unteroligocänen Schichten, während 16 bis in die miocäne For...tion hinaufgeben.

Als die häufigeren Arten scheinen die folgenden vorzukommen:

| | |
|---|---|
| *Lepralia squamoidea Reuss* | *Cumulipora angulata Münst.* |
| ...... *Grotriana Stol.* | *Biflustra clathrata Phil.* |
| *Eschara Grotriana Reuss* | *Hornera subannulata Phil.* |
| ...... *polymorpha Reuss* | ...... *gracilis Phil.* |
| ...... *coscinophora Reuss* | *Idmonea biseriata Phil.* |

**Mollusken.** Ueber die wichtigsten mitteloligocänen Conchiferen und ...stropoden hat v. Koenen die Güte gehabt, mir die folgende Liste mitzutheilen, welcher zugleich durch Sternchen angedeutet ist, welche der genannten ...ecies schon in den unteroligocänen, oder noch in den oberoligocänen Schich...n auftreten. Vorzüglich charakteristisch sind also diejenigen Species, ...ter deren Namen sich gar kein Stern befindet.

| Conchiferen. | unter-olig. | ober-olig. |
|---|---|---|
| *Ostrea callifera Lam.* | — | * |
| *Pecten bifidus Goldf.* | — | * |
| ..... *permistus Beyr.* | — | — |
| *Arca decussata Nyst* | * | — |
| .... *tenuicostata Spey.* | * | — |
| *Pectunculus obovatus Lam.* | * | * |
| *Nucula Chastelii Nyst* | — | ? |
| *Leda Deshayesiana Duch.* | — | — |
| .... *gracilis Desh.* | — | * |

*) Auf dieselbe Folgerung war schon Stoliczka für die Wiener Tertiärformation ge...gt, wo sich mit der zunehmenden Tiefe der betreffenden Schichten eine Abnahme der ...ryozoen eben so auffallend zu erkennen giebt, wie eine Zunahme der Foraminiferen, so ... man aus dem Vorhandensein einer reichen Bryozoënfauna auf eine mässige Bildungs...fe der marinen Schichten schliessen kann. Sitzungsber. der kais. Akad der Wiss. zu Wien, 45, 1862, S. 75.

| | unter-olig. | ober-olig. |
|---|---|---|
| *Cardita tuberculata Münst.* | — | * |
| *Axinus unicarinatus Nyst* | — | * |
| ..... *obtusus Beyr* | — | — |
| *Cardium scobinula Mer.* | — | ? |
| *Astarte Kickxii Nyst* | — | ? |
| **Gastropoden.** | | |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | * | * |
| *Murex Deshayesii Kon.* | * | * |
| ..... *tristichus Beyr.* | * | — |
| ..... *Pauwelsii Kon.* | — | — |
| ..... *pereger Beyr.* | * | * |
| *Tiphys Schlotheimii Beyr* | * | * |
| ..... *cuniculosus Nyst* | — | * |
| *Tritonium flandricum Kon.* | * | * |
| ....... *foveolatum Sandb.* | * | — |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | * | * |
| ........ *granulata Nyst* | * | * |
| ........ *subangulosa Wood* | * | * |
| *Pyrula concinna Beyr.* | * | * |
| *Fusus Koninckii Nyst* | — | — |
| .... *coarctatus Beyr.* | — | — |
| .... *Feldhausi Beyr.* | — | * |
| .... *erraticus Kon.* | — | — |
| .... *rotatus Beyr.* | — | * |
| .... *Waelii Nyst* | — | * |
| .... *Deshayesii Kon.* | — | — |
| .... *elongatus Nyst* | * | * |
| .... *elatior Beyr.* | — | * |
| .... *multisulcatus Nyst* | — | — |
| *Pisanella semiplicata Nyst* | * | * |
| *Cassis Rondeletii Bast.* | — | * |
| *Cassidaria nodosa Sol.* | * | * |
| *Conus Semperi Spey* | — | * |
| *Pleurotoma turbida Sol.* | * | * |
| ........ *Koninckii Nyst* | * | * |
| ........ *denticula Bast.* | * | * |
| ........ *latiolavia Beyr.* | * | * |
| ........ *Selysii Kon.* | * | * |
| ........ *Duchastelii Nyst* | ? | * |
| ........ *regularis Kon.* | * | * |
| ........ *Volgeri Phil.* | — | * |
| ........ *bicingulata Sandb.* | * | — |
| ........ *Rappardi v. Koen.* | * | * |
| ........ *intorta Brocc.* | * | * |
| *Borsonia decussata Beyr.* | — | * |
| ...... *plicata Beyr.* | — | * |
| ...... *gracilis Sandb.* | — | — |
| *Voluta fusus Phil.* | — | * |
| *Cypraea Beyrichii v. Koen.* | — | — |

| | unter-olig. | ober-olig. |
|---|---|---|
| *Natica hantoniensis Sow.* | * | — |
| ..... *Nysti Orb.* | * | * |
| *Eulima acicula Sandb.* | — | * |
| *Eulimella incrassata v. Koen.* | — | — |
| *Cerithium Sandbergeri Desh.* | * | * |
| ....... *Henckelii Nyst* | * | — |
| *Scalaria rudis Phil.* | — | * |
| ...... *inaequistriata v. Koen.* | — | — |
| ...... *pusilla Phil.* | * | * |
| ...... *undatella v. Koen.* | — | — |
| *Solarium bimoniliferum Sandb.* | — | — |
| *Rissoa Duboisii Nyst* | * | — |
| *Trochus Kickxii Nyst* | * | * |
| *Emarginula Nystiana Bosq.* | * | — |
| ......... *punctulata Phil.* | — | * |
| *Capulus elegantulus Spey.* | — | * |
| *Dentalium Kickxii Nyst* | — | * |
| *Tornatella globosa Beyr.* | — | — |
| *Bulla Seebachii v. Koen.* | — | — |
| .... *lignaria Lin.* | * | * |

Aus dieser Liste ergiebt sich abermals ein bedeutendes Vorwalten der
tropoden, besonders der beiden Gattungen *Fusus* und *Pleurotoma*; zugleich
ieht man, welche Species durch die ganze Oligocänformation hindurch gehen,
l dass besonders viele derselben noch in die obere Abtheilung der Formation
ufreichen.

Von Crustaceen sind bis jetzt nur einige Entomostraceen aus dem Sep-
rathone bekannt, welche Bornemann beschrieben hat*); sie finden sich aber
t nur sehr selten, weshalb wir uns begnügen, die *Cytherella Beyrichi Born.*
eine etwas häufiger vorkommende Species zu nennen.

## §. 472. *Oberoligocäne Schichten.*

Die oberoligocänen Schichten Nordteutschlands bestehen meistentheils aus
mitischen Gesteinen, aus lockeren Sanden und Sandsteinen, oder auch aus
ligen Mergeln. Sie erscheinen nur selten über Tage in grösseren, einiger-
ssen ausgedehnten Ablagerungen, gewöhnlich mehr sporadisch in insulari-
n Partieen, und sind wohl auch bisweilen nnr durch Bohrversuche nach-
iesen worden.

Die wichtigsten Vorkommnisse derselben befinden sich im westlichen Theile
Grossherzogthums Meklenburg-Schwerin, in dem zwischen Hildesheim und
nbrück enthaltenen Landstriche Hannovers und Westphalens, ferner südlich
diesem in Kurhessen, sowie endlich in Rheinpreussen im Regierungsbezirke
seldorf.

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 7, 1855, S. 352 ff.

### 1. Meklenburg-Schwerin.

Hier ist das Vorhandensein oberoligocäner Gesteine nur durch isolirte, aber stellenweise recht zahlreich vorkommende Fragmente und Geschiebe von Sandstein angedeutet, welche aber nach ihrer ganzen Beschaffenheit zu der Vermuthung berechtigen, dass sie sich nicht weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte befinden. Es sind diess die sogenannten Sternberger Kuchen, welche durch ihren reichen Gehalt an Conchylien schon lange das Interesse der Naturforscher erregt haben.

Diese Sternberger Kuchen finden sich nach Boll*) nur in der westlichen Hälfte des Landes, besonders in dem Raume zwischen der Lewitz, dem Schweriner See, und den Städten Bützow, Güstrow, Goldberg und Parchim; bei Sternberg, wo sie zuerst gesammelt wurden, kommen sie nur noch selten vor; sehr häufig dagegen bei dem unweit Criwitz gelegenen Dorfe Kladow.

Sie lassen besonders zwei Varietäten unterscheiden. Die eine Varietät erscheint in kleinen plattenförmigen Stücken eines mehr oder weniger festen, feinkörnigen braunen Sandsteins, welcher mit sehr wohl erhaltenen Conchylien dermaassen erfüllt ist, dass oftmals das ganze Gestein fast nur aus ihnen zu bestehen scheint. Dabei ist es merkwürdig, dass meist junge Conchylienbrut sehr vorwaltet, und dass die zarten Schalen derselben völlig unversehrt auf der Oberfläche der stark abgeriebenen (oder abgewitterten) Gesteinsstücke hervorragen. Die andere Varietät erscheint in abgerundeten Massen eines sehr mürben, thonigen, braunrothen Sandsteins, welcher nur Steinkerne und Abdrücke derselben Conchylien enthält.

Dieselben Conchylien, welche diese Sternberger Kuchen umschliessen, finden sich nach Boll auch lose in den Kiesgruben bei Pinnow und Augustenhof an der südöstlichen Seite des Schweriner Sees, sowie bei Krakow; auch dort ist die junge Brut vollkommen gut erhalten, während die grösseren ausgewachsenen Exemplare sehr verwittert sind. Boll vermuthete deshalb, dass sich die Conchylien auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte befinden mögen, und dass die sie einschliessenden Sand- und Kiesschichten als anstehende tertiäre Lager zu betrachten sind.

Die Fossilien des Sternberger Gesteins sind schon mehrfach untersucht und bestimmt worden**), und haben zu verschiedenen Deutungen desselben Veranlassung gegeben, bis ihm Beyrich seine richtige Stellung anwies.

Wir entlehnen folgende Liste der häufiger vorkommenden Species aus dem Verzeichnisse von Karsten, haben jedoch soweit als möglich die Namen dieser Species nach Semper und Beyrich berichtigt.

---

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 3, 1851, S. 450 ff.

**) Leopold v. Buch, in seinem *Recueil de pétrifications remarquables*, Berlin 1831; Graf zu Münster, im Neuen Jahrbuche für Min. 1835, S. 431 ff.; Karsten, Verzeichniss der im Rostocker akad. Museo befindlichen Verst. aus dem Sternberger Gestein, 1849; Boll, im Archive des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Meklenburg, Heft 3, 1849, S. 195 ff.; Semper, Katalog einer Sammlung Petrefacten des Sternberger Gesteins, in demselben Archive, Heft 15, 1861, S. 266 ff., und Beyrich, in seinem Werke: die Conchylien des norddeutschen Tertiärgebirges.

### Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Pecten decussatus Münst.* | *Arca Speyeri Semp.* |
| ..... *semistriatus Münst.* | ... *pretiosa Desh.* |
| *Pectunculus Philippii Desh.* | *Cardium cingulatum Goldf.* |
| *Nucula compta Goldf.* | ...... *Kochi Semp.* |
| ..... *praemissa Semp.* | *Cytherea Beyrichi Semp.* |
| *Leda glaberrima Münst.* | *Astarte laevigata Münst.* |
| .... *gracilis Desh.* | *Tellina Nysti Desh.* |
| .... *pygmaea Münst.* | *Corbula subpisum Orb.* |

### Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Ringicula striata Phil.* | *Pleurotoma subdenticulata Goldf.* |
| *Terebra Beyrichi Semp.* | ........ *Waterkeynii Nyst* |
| *Buccinum Bolli Beyr.* | ........ *Selysii Kon.* |
| *Nassa Schlotheimii Beyr.* | ........ *flexuosa Münst.* |
| .... *pygmaea Schl.* | *Turritella communis Phil.* |
| *Cassis megapolitana Beyr.* | *Xenophora Lyellana Bosq.* |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | *Actaeon punctatosulcatus Phil.* |
| *var. megapolitana* | *Natica Nystii Orb.* |
| *Tiphys pungens Sol.* | ..... *dilatata Phil.* |
| ..... *Schlotheimii Beyr.* | *Bulla lineata Phil.* |
| *Pyrula concinna Beyr.* | .... *lignaria Lin.* |
| *Fusus elongatus Nyst* | .... *utriculus Brocc.* |
| .... *Waelii Nyst* | *Dentalium Kickxii Nyst* |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | ....... *entalis ?* |

Ausserdem führt Karsten noch an: von Bryozoën *Lunulites radiata Lam ?* (sehr häufig), von Pteropoden *Vaginella tenuistriata Boll* (häufig); ferner eine nicht unbedeutende Anzahl von Foraminiferen, ein paar Echiniden, einige Cytherinen und Zähne von Fischen, unter welchen jene von *Lamna elegans Ag.* nicht selten sind. Die Sternberger Foraminiferen sind später von Boll und besonders von Reuss vollständiger behandelt worden.

Südlich von der Region der Sternberger Kuchen ist, als nächster Punct des rkommens oberoligocäner Schichten das Dorf Wiepke unweit Gardelegen nennen.

Dort befinden sich drei Mergelgruben, in denen die Schichten einestheils nach Südwest, anderntheils 30° nach Nordost einfallen, und an einer Stelle er 40 Fuss mächtig aufgedeckt sind. Der Mergel ist sehr mürbe, und zeigt wechselnd gelblichweisse und grünliche Schichten, wie er denn überhaupt n Mergel des Doberges bei Bünde sehr ähnlich ist. Von 60 bestimmbaren silien, welche v. Koenen in diesem Gesteine auffand, sind 49 auch anderrts in oberoligocänen Schichten bekannt; was uns denn berechtigt, den rgel von Wiepke mit voller Sicherheit für oberoligocän zu erklären*).

In einer der Mergelgruben steht unter dem Mergel ein blauer Thon an, lcher Foraminiferen enthält, deren von Reuss bestimmte Formen ihn als Sepienthon charakterisiren.

*) Vergl. v. Koenen, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 15, 1863, S. 614 f.

2 Gegend zwischen Hildesheim und Osnabrück.

In dem Landstriche von Hildesheim über Alfeld, Lemgo und Bünde bis nach Osnabrück sind mehrorts sporadische Ablagerungen von Mergeln bekannt, welche wegen ihres Reichthums an Fossilien schon früher die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Sie dürften ursprünglich in stetiger Verbreitung abgelagert gewesen sein, und mit denen weiter südlich vorkommenden gleichalterigen Ablagerungen Kurhessens in unmittelbarer Verbindung gestanden haben.

Diese, mindestens 100 Fuss mächtigen Kalkmergel bilden kleine, unansehnliche Hügel oder sanfte Anschwellungen des Terrains, welche insularisch im Gebiete der Trias und anderer älterer Formationen aufragen. Da sie ein sehr gutes Material zur Verbesserung des Feldbodens liefern, so sind in ihnen viele Mergelgruben eröffnet worden.

Die bedeutendste, am längsten bekannte und interessanteste Ablagerung bildet der südwestlich von Bünde aufragende Doberg. Die Hauptmasse dieses, von Osten nach Westen langgestreckten Hügels ist nach F. Römer ein sehr weicher Mergel, welcher aus feinem Schutte von Conchylien, aus grünlich-schwarzen Glaukonitkörnern, eckigen Quarzkörnern und aus einem sparsamen Bindemittel von kohlensaurem Kalke besteht. Einzelne Lagen und Knollen erhalten durch einen reichlicheren Kalkgehalt eine grössere Festigkeit, so dass sie der Verwitterung besser widerstehen, und an der Luft nur sehr langsam zerfallen*). Die Schichten streichen ostwestlich, und fallen 20 bis 30° nach Nord.

Nach v. Koenen liegen die festeren, knorrigen und knolligen Schichten nach oben, in einer Mächtigkeit von 40 Fuss; sie sind es, in welchen, ausser Steinkernen von Gastropoden und Conchiferen, besonders verschiedene Pecten-Arten, wie *Pecten Hoffmanni Goldf.*, *P. Menkei Goldf.*, *P. Münsteri Goldf.*, dann *Terebratula grandis Blum.* und die bekannten schönen Echiniden *Echinolampas Kleinii, Spatangus Hoffmanni, Sp. Desmarestii* u. a. vorkommen.

Unter diesen Schichten folgen, 60 Fuss mächtig, grüne glaukonitische Mergel, welche in ihren obersten Schichten reich an Foraminiferen, Bryozoen und Mollusken sind, von denen letzteren besonders *Pecten Janus Goldf.*, *P. bifidus Goldf.*, *Turritella communis Risso*, *Dentalium Kickxii Nyst*, *Aporrhais speciosa Schl.*, *Xenophora scrutaria Phil.*, *Cardium cingulatum Goldf.*, *Cytherea incrassata Sow.* und andere Species vorkommen, welche das oberoligocäne Alter dieser Schichten beweisen.

Was aber der Gegend des Doberges ein ganz vorzügliches Interesse verleiht, diess ist der durch v. Koenen gelieferte sehr wichtige Nachweis, dass unter den vorerwähnten Schichten nicht nur der Septarienthon mit *Leda Deshayesiana*, sondern auch noch weiter im Liegenden am Brandhorste**) feste, graue, sandige Kalksteine und gelblich- oder grünlichgraue sehr sandige

---

*) F. Römer, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 9, 1857, S. 699.

**) Brandhorst ist der richtige Name der, S. 208 Z. 1 v. u. mit dem Namen Schwarzhorst aufgeführten Localität.

ergel anstehen, welche durch *Crassatella Bosqueti v. Koen.*, *Cr. astartiformis* yst, *Astarte Henckelusiana Nyst*, *Cytherea splendida Mer.*, *Argiope multicostata* sq., *Terebratulina Nysti Bosq.*, *Pleurotomaria Sismondai Goldf.* sowie durch ele andere Fossilien unzweifelhaft als unteroligocäne Schichten charakterisirt sind. Der Doberg bei Bünde ist daher ein wahrhaft klassischer Punct für s Vorkommen der Oligocänformation, indem er uns solche in ihrer ganzen llständigkeit, in allen ihren drei Abtheilungen vorführt.

Als häufig vorkommende grössere Petrefacten der oberoligocänen Schichten des Doberges hebt Römer die folgenden hervor:

| | |
|---|---|
| *Echinolampas Kleinii Ag.* | *Nucula compta Goldf.* |
| *Echinanthus subcarinatus Des.* | *Cardium cingulatum Goldf.* |
| *Spatangus Hoffmanni Goldf.* | *Astarte concentrica Münst.* |
| ........ *Desmaresti Goldf* | *Cyprina aequalis Bronn* |
| *Terebratula grandis Blumenb.* | *Cytherea incrassata Sow.* |
| *Ostrea subdeltoidea Münst.* | ....... *splendida Mer.* |
| *Pecten Münsteri Goldf.* | ....... *Beyrichii Semp.* |
| ..... *Janus Goldf.* | *Cardita tuberculata Münst.* |
| ..... *Hoffmanni Goldf.* | *Panopaea intermedia Sow.* |
| *Modiola sericea Bronn* | ....... *inflata Goldf.* |
| *Pectunculus polyodonta Bronn* | *Pholadomya Puschii Goldf.* |

ausserdem noch Zähne von *Lamna*, *Otodus*, *Oxyrhina*, mehre Arten von *Balanus*, und faust- bis kopfgrosse Wirbel von *Halitherium*.

Eine andere sehr bekannte Partie dieser oberoligocänen Gesteine findet sich dem, eine Meile nordöstlich von Osnabrück, bei dem Landgute Astrup aufgendem Hügel, an welchem durch eine grosse Mergelgrube und einen tiefen hlweg die Schichten sehr gut aufgeschlossen sind, und sich sowohl nach er Gesteinsbeschaffenheit, als auch nach ihren organischen Ueberresten als kommen identisch mit jenen vom Doberge erweisen. Auch eine halbe Meile stlich von Osnabrück liegen zwei Partieen desselben Gesteins bei den Häusern uer-Wirth und Polkotten.

Römer bemerkt, dass der Kalkmergel bei Neuer-Wirth in seinen oberen Schichten häufig abgerollte Bruchstücke von Ammoniten und Belemniten aus der benachbarten Liasformation enthält. Schon der Graf zu Münster erwähnte Geschiebe von Liaskalkstein mit denselben Petrefacten, sowie Sandsteingeschiebe mit aufsitzenden lanen und Bryozoën, welche an einigen Orten in den Mergeln zwischen Osnabrück und Bünde vorkommen*). Neues Jahrb. für Min. 1835, S. 427.

Andere und zum Theil oft genannte Ablagerungen derselben Mergel liegen Friedrichsfeld**) unweit Lemgo im Fürstenthum Lippe-Detmold, bei thorst unweit Dassel, bei Freden unweit Alfeld, bei Dieckholzen unweit desheim in Hannover, sowie bei Bodenburg in dem braunschweigischen clave bei Hildesheim.

---

*) Diess erinnert an das ähnliche Vorkommen eines Geschiebe von *Ammonites Gervillei* mem der Sternberger Kuchen, dessen v. Dechen gedenkt, im Handbuche der Geognosie h De-la-Beche, 1832, S. 349.

**) Ueber diese, schon früher von Brandes und Menke besprochene Localität, sowie über neue Fundorte in der Umgegend von Lemgo gab Speyer ausführliche Nachweisung in

Die petrographische Aehnlichkeit aller dieser Ablagerungen ist so gross, dass z. B. Handstücke des Gesteins bei Dieckholzen von solchen bei Astrup nicht zu unterscheiden sind; aber eben so verhält es sich auch mit den Versteinerungen. Eine so vollkommene Uebereinstimmung, sagt F. Römer, ist nur erklärbar, wenn man alle diese (gegenwärtig isolirten) Ablagerungen als Niederschläge aus einem und demselben, zusammenhängenden Meere, als die von der Zerstörung und Abtragung verschont gebliebenen Ueberreste einer ursprünglich weit verbreiteten Tertiärbildung betrachtet*).

3. Kurhessen.

In denselben Gegenden von Kurhessen, in welchen der Septarienthon auftritt, erscheinen auch gewöhnlich über diesem oberoligocäne Schichten, welche schon zwischen Göttingen und Cassel an mehren Puncten bekannt, besonders aber in der Umgebung von Cassel selbst, namentlich auf Wilhelmshöhe, bei Ober- und Niederkaufungen, im Ahnegraben, bei Hohenkirchen und Harleshausen sehr entwickelt sind, wo sie daher auch am genauesten untersucht wurden.

Die Gesteine dieser hessischen Schichten haben mehr eine sandige, als eine mergelartige Beschaffenheit. Vorherrschend ist gelblichweisser bis ockergelber, bisweilen grüner Quarzsand, welcher nach unten gewöhnlich reicher an Eisenoxydhydrat wird, und mit zahlreichen Fossilien erfüllt ist, deren angehäufte Fragmente ihm stellenweise eine mergelartige Beschaffenheit verleihen. Mitunter geht er über in einen festen eisenschüssigen Sandstein, wie bei Hohenkirchen, oder in einen blaulichgrauen sandigen Thon, wie bei Harleshausen.

Mein verehrter Freund Oscar Speyer, welcher eine Monographie über die Conchylien der Casseler Tertiärbildungen bearbeitet**), hat die Güte gehabt, mir ein Verzeichniss der in den dortigen oberoligocänen Schichten vorkommenden Ver-

---

seiner trefflichen Abhandlung, welche unter dem Titel: Die ober-oligocänen Tertiärgebilde und deren Fauna im Fürstenthum Lippe-Detmold, als 1. Lieferung des 16. Bandes der *Palaeontographica*, 1866 erschienen ist. Als die häufigsten und entwickeltsten Conchylien der Mergel von Lemgo nennt Speyer die folgenden 14 Arten:

*Anomia Goldfussi Desh.* — *Cytherea Reussi Spey.*
*Pecten bifidus Münst.* — *Dentalium geminatum Goldf.*
*Pectunculus obovatus Lam.* — *Calyptraea depressa Lam.*
. . . . . . . *Philippii Desh.* — *Bulla convoluta Brocc.*
*Nucula peregrina Desh.* — *Turritella Geinitzi Spey.*
*Astarte Koeneni Spey.* — *Aporrhais speciosa Schl.*
. . . . . *concentrica Goldf.* — *Ancillaria obsoleta Lam.*

Sie finden sich nicht in besonderen Schichten, sondern gleichmässig durch einander; ausser ihnen noch 56 andere Conchylien, auch der Echinide *Echinolampas Kleinii*, und ein paar Bryozoën.

*) F. Römer, a. a. O. S. 702.

**) Von der bereits zwei Lieferungen in Dunkers *Palaeontographica* 1862 und 1863 erschienen sind. Ueber die zahlreichen Ostracoden der Casseler Tertiärbildungen gab derselbe unermüdliche Forscher im Jahre 1863 eine Monographie heraus.

einerungen zu übersenden, unter welchen folgende von ihm selbst als die häufiger vorkommenden Species hervorgehoben wurden.

Conchiferen.

*Pecten bifidus Münst.*
..... *decussatus Münst.*
*Modiola pygmaea Phil.*
*Arca Speyeri Semp.*
.... *gemina Semp.*
*Pectunculus Philippii Desh.*
........ *obovatus Lam.*
*Limopsis retifera Semp.*
*Nucula compta Goldf.*
..... *peregrina Desh.*
..... *praemissa Semp.*
*Leda gracilis Desh.*
*Cardita tuberculata Münst.*
*Astarte pygmaea Phil.*
..... *suborbicularis Goldf.*
*Cardium cingulatum Goldf.*
....... *tenuisulcatum Nyst*
*Cyprina rotundata Braun*
*Cytherea incrassata Sow.*
....... *Beyrichi Semp.*
*Corbula subarata Sandb.*
...... *subpisum Orb.*

Gastropoden.

*Conus Semperi Spey.*
*Ancillaria Karsteni Beyr.*
*Ringicula striata Phil.*
....... *Grateloupii Orb.*
*Voluta Siemsseni Boll*
*Mitra contabulata Spey.*
*Terebra Beyrichi Semp.*
*Buccinum Bolli Beyr.*
*Nassa pygmaea Schl.*
*Cassidaria Buchii Boll.*
*var. laevigata Sp.*
*Tritonium flandricum Kon.*
*Murex capito Phil.*
*Tiphys cuniculosus Nyst*
*Fusus elongatus Nyst*
*Cancellaria evulsa Sol.*
........ *subangulosa Wood*
*Pleurotoma subdenticulata Münst.*
......... *Selysii Kon.*
......... *Duchastelii Nyst.*
......... *belgica Goldf.*
*Borsonia gracilis Sandb.*
*Trochus margaritula Mer.*
*Delphinula suturalis Phil.*
*Actaeon punctatosulcatus Phil.*
*Natica Nystii Orb.*
..... *dilatata Phil.*
*Bulla retusa Phil.*

Von Echiniden finden sich *Echinolampas Kleinii* selten, etwas häufiger *Echinoneus ovatus Münst.*, von Fischen Zähne der *Lamna cuspidata* und des *Sphaerodus parvus* ziemlich häufig, andere seltener; endlich kommen auch Knochen und Zähne von Cetaceen vor.

4. Regierungsbezirk Düsseldorf.

Schon lange bekannt ist der auf dem rechten Rheinufer unweit Düsseldorf gende Grafenberg, dessen Abhang sich von Gerresheim bis gegen Ratingen streckt. Dieser Abhang besteht aus weissen, gelben und braunen Sandhichten, welche dem Septarienthone aufliegen, und reich an Steinkernen d Abdrücken von marinen Chonchylien sind. Derselbe Sand findet sich auch erorts und zum Theil als ein gelber bis gelblichbrauner, sehr eisenschüssiger ndstein im Thale des Düsselbaches, besonders am Rodeberge bei der Knublsbrücke, wo er an 50 Fuss hoch ansteht.

Als die wichtigsten Fossilien, welche aus diesem Sande bestimmt wurden, führt v. Dechen an*):

*) Eine grössere Anzahl von Species führte Bronn auf, im Jahrb für Min. 1831, 171.

| | |
|---|---|
| *Pecten decemplicatus Münst.* | *Cytherea suberycinoides Desh.* |
| *..... bifidus Goldf.* | *Panopaea intermedia Sow.* |
| *Isocardia cor Lam.* | *Solen ensis Lam.* und |
| *Cyprina aequalis Bronn* | *Schizaster acuminatus Ag.* |

Beyrich sprach sich zweifelhaft darüber aus, ob diese Schichten des Grafenberges noch der oberen Abtheilung der Oligocänformation zuzurechnen, oder nicht schon für miocän zu erklären seien. In seiner Abhandlung über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, S. 20, und in der Zeitschr. der deutschen geolog. Ges. B. 7, 1855, S. 451.

Sicher als oberoligocän erkannt sind diejenigen Schichten, welche in der Gegend von Crefeld und Neuss durch Bohrversuche nachgewiesen wurden. Dort ist es fast überall ein durch Glaukonit gefärbter grüner (zuweilen, wie bei Kaldenhausen, durch schwarze Glimmerblättchen und Magneteisenerzkörner schwärzlicher) Sand, welcher oft viele Conchylien enthält. Da die zahlreichen Bohrlöcher über einen Flächenraum vertheilt sind, welcher von Bliersheim bis Xanten 5 Meilen lang, und von Homberg bis Wankum 4 Meilen breit ist, so ergiebt sich, dass diese glaukonitischen Sandschichten eine recht bedeutende horizontale Verbreitung besitzen, wie sie denn auch stellenweise in sehr grosser Mächtigkeit durchbohrt worden sind *).

Da die Conchylien, welche diese Bohrlöcher geliefert haben, meist sehr wohl erhalten sind, so war es möglich, sie genau mit anderen zu vergleichen und dadurch die bathrologische Stelle der sie einschliessenden Schichten zu bestimmen. Man erkannte so, dass sie dem muschelführenden Gesteine von Sternberg in Meklenburg am nächsten stehen, und folglich oberoligocän sind **).

Nauck lenkte zuerst im Jahre 1851 die Aufmerksamkeit auf diese Schichten und führte die Namen vieler Gattungen sowie einiger Species an, welche bei Kaldenhausen erbohrt worden waren. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 4, 1852, S. 19, auch B. 7, 1855, S. 13. Dann gab Beyrich Nachricht über die bei Neuss in 220, und bei Calcum (auf dem rechten Rheinufer unweit Kaiserswerth) in 100 Fuss Tiefe erbohrten Conchylien, welche er grösstentheils für identisch mit jenen von Crefeld erklärte; Zeitschr. etc. B. 7, S. 451. Später erklärte er ausdrücklich, dass das oberoligocäne Alter aller dieser Schichten nicht mehr zu bezweifeln sei. Ebendas. B. 8, 1856, S. 10.

Nach dieser Betrachtung des Vorkommens und der Verbreitung der oberoligocänen Schichten Nordteutschlands bedürfen wir noch eines allgemeinen Ueberblickes ihrer organischen Ueberreste, weil uns die bei einigen Vorkommnissen eingeschalteten paläontologischen Angaben noch kein übersichtliches Totalbild der oberoligocänen Fauna gewähren können.

1. Foraminiferen. Der Graf zu Münster gab wohl zuerst im Jahre 1835 über die (damals noch zu den Cephalopoden gerechneten) Foraminiferen der Gegend zwischen Osnabrück und Cassel einige Notizen, welche jedoch nur in

---

*) Vergl. v. Dechen, Orographisch geognostische Uebersicht des Regierungsbezirkes Düsseldorf, 1864, S. 193 ff. Hierbei muss ich bemerken, dass die oben S. 179 erwähnten Flintgerölle wohl nicht der Braunkohlenformation angehören dürften, da sie von 260 F. mächtigen Schichten glaukonitischen Sandes bedeckt werden.

**) Vergl. v. Dechen, a. a. O. S. 192.

ier Aufzählung der Gattungsnamen, und in einer Angabe der Artenzahlen be-
stehen. Drei Jahre nachher veröffentlichte A. Römer über dieselben Foramini-
feren eine Abhandlung, in welcher 88 Arten aufgeführt, kurz beschrieben und
meist abgebildet wurden*). Später gaben Philippi, Boll und Karsten noch
einige Mittheilungen. Die genauesten und ausführlichsten Arbeiten lieferte jedoch
Reuss in den Jahren 1855 und 1865**), und die letztere Abhandlung gewährt
uns die beste Einsicht und Uebersicht.

Aus den oberoligocänen Schichten überhaupt sind bis jetzt 142 Species
von Foraminiferen bekannt, darunter 5 kieselschalige, 16 mit dichter, und 121
mit poröser kalkiger Schale. Der Ahnegraben bei Cassel hat 88, der Doberg bei
Bünde 60, Freden hat 43 Arten geliefert, u. s. w.; Bodenburg gab nur 10, und
das Sternberger Gestein in Meklenburg 27 Arten. Die artenreichsten Gattungen
sind die Cristellarien, Robulinen, Globulinen, Guttulinen, Polymorphinen und
Rotalien.

Als die in den zahlreichsten Individuen auftretenden und daher vorzüglich cha-
rakteristischen Arten nennt Reuss:

*Dentalina globifera Reuss*
....... *capitata Boll*
....... *intermittens Bronn*
....... *Münsteri Reuss*
*Cristellaria gladius Phil.*
........ *arcuata Phil.*
*Guttulina problema Orb.*
....... *semiplana Reuss*
*Flabellina oblonga Münst.*
........... *var. striata id.*
....... *obliqua Münst.*
....... *ensiformis Münst.*
....... *cuneata Münst.*
*Polymorphina anceps Phil.*
*Rotalia Römeri Reuss*
*Polystomella subnodosa Münst.*

Interessant ist das, wenn auch sehr seltene Vorkommen von *Nummulites planulata Lam.* bei Niederkaufungen, weil es beweist, dass sich diese in der Eocänformation massenhaft auftretende Species in einzelnen Nachzüglern bis in die Periode der oberoligocänen Formation erhalten hat.

2. Die Anthozoën oder Korallen der oberoligocänen Schichten sind
...ebfalls fast lauter Einzelkorallen von kleinen Dimensionen; sie scheinen auch
..r in geringerer Anzahl vorzukommen, als in den unteroligocänen Schichten;
...h lässt sich erwarten, dass weitere Untersuchungen zur Kenntniss noch
...rer Arten führen werden.

Von denen durch Philippi, Keferstein, Römer und Reuss beschriebenen Arten
mögen die folgenden genannt werden:

*Caryophyllia granulata Münst.*
.......... *crassicosta Kef.*
*Pleurocyathus turbinoloides Reuss*
.......... *dilatatus Röm.*
*Flabellum striatum Kef.*
....... *Römeri Phil.*
*Sphenotrochus intermedius Münst.*
*Cryptaxis alloporoides Reuss.*

3. Echiniden. Sie finden sich besonders in dem Landstriche zwischen
Hildesheim und Osnabrück, wo namentlich *Echinolampas Kleinii* recht häufig

*) Graf zu Münster im Neuen Jahrbuche für Min. 1835, S. 444, und Römer ebendas.
18.., S. 381 ff.

**) Beiträge zur Charakteristik der Tertiärschichten des nördl. und mittl. Deutschlands,
im 18. Bande der Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. zu Wien, S 197 ff. und: Zur Fauna
des deutschen Oberoligocäns, 1. Abth. im 50. Bande derselben Sitzungsber.

vorkommt, aber auch *Spatangus Hoffmanni*, *Sp. Desmaresti* und *Echinanthus subcarinatus* nicht selten sind. *Arbacia pusilla* ist gleichfalls eine charakteristische oberoligocäne Form, während *Echinocyamus pusillus* bereits in mitteloligocänen, und auch noch in miocänen Schichten auftritt.

4. Bryozoën. Sie sind weit zahlreicher vertreten als die Anthozoën; Reuss führt schon 73 Arten auf*), und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ihre Zahl in der Folge noch einen bedeutenden Zuwachs erlangen wird, zumal wenn die incrustirenden Formen genauer erforscht sein werden. Die meisten Arten fanden sich bis jetzt bei Astrup (37) und Lüthorst (28); dann folgen Bünde und Freden mit je 15 Species, während fast alle übrigen Fundorte nur vereinzelte Arten erkennen lassen.

Die beiden Gattungen *Lepralia* und *Eschara* haben bei weitem die meisten Arten geliefert, nächst ihnen *Hornera* und *Idmonea*; allein die grosse Mehrzahl der Arten hat blos eine locale Bedeutung, und nur wenige treten in weiter Verbreitung auf.

Als dergleichen häufiger und an vielen Fundorten vorkommende Species nennt Reuss nur die folgenden sechs:

| | |
|---|---|
| *Salicornaria rhombifera Goldf.* | *Lunulites hippocrepis Röm.* |
| *Biflustra clathrata Phil.* | ....... *subplena Reuss* |
| *Hornera subannulata Phil.* | *Spiropora variabilis Münst.* |

welche geringe Anzahl beweist, wie selten die meisten Arten vorkommen.

5. Mollusken. Für die Mollusken, welche unstreitig die wichtigsten paläontologischen Merkmale liefern, hat mir v. Koenen nachfolgendes Verzeichniss der am häufigsten vorkommenden oder am allgemeinsten verbreiteten Arten mitgetheilt, wobei wiederum durch Sternchen das anderweite Auftreten derselben Species mit angezeigt ist**).

| | mittel-olig. | miocän |
|---|---|---|
| Brachiopoden. | | |
| *Terebratula grandis Blumenb.* | * | * |
| *Morrisia pusilla Phil.* | — | — |
| Conchiferen. | | |
| *Ostrea callifera Lam.* | * | — |
| *Pecten Janus Goldf.* | — | — |
| ..... *bifidus Goldf.* | * | — |
| ..... *Hoffmanni Goldf.* | — | — |
| ..... *decussatus Goldf.* | — | — |
| ..... *Menkei Goldf.* | — | — |
| ..... *ambiguus Goldf.* | — | ? |
| *Modiola sericea Goldf.* | — | — |
| *Arca pretiosa Desh.* | * | — |
| ... *Speyeri Semp.* | — | — |

*) Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns, 2. Abth. Anthozoën und Bryozoen.

**) Dabei bemerkt jedoch v. Koenen, dass die Uebereinstimmung der oberoligocänen Fauna mit der miocänen weit grösser ist, als es nach diesem Verzeichnisse scheinen dürfte, und dass er die Identität so mancher Arten aus jenen beiden Perioden wegen der Kürze der Zeit nicht feststellen konnte.

| | mittel-olig. | miocän |
|---|---|---|
| *Pectunculus obovatus Lam.* | * | — |
| ......... *Philippii Desh.* | * | — |
| *Limopsis retifera Semp.* | — | — |
| *Nucula compta Goldf.* | ? | — |
| ...... *peregrina Desh.* | — | — |
| *Leda glaberrima Goldf.* | — | — |
| .... *pygmaea Goldf.* | * | * |
| .... *gracilis Desh.* | * | — |
| *Cardium cingulatum Goldf.* | * | * |
| ....... *scobinula Mér.* | * | — |
| *Lucina gracilis Nyst* | * | — |
| *Astarte concentrica Goldf.* | — | ? |
| ...... *laevigata Goldf.* | — | — |
| *Isocardia cyprinoides Braun* | * | — |
| *Cardita tuberculata Goldf.* | — | — |
| *Cytherea incrassata Sow.* | * | — |
| ....... *splendida Mer.* | * | — |
| ....... *Beyrichii Semp.* | — | — |
| *Mactra trinacria Semp.* | — | — |
| *Tellina Nystii Desh.* | * | — |
| *Syndosmya Bosqueti Semp.* | — | — |
| *Solen Hausmanni Schl.* | — | — |
| *Corbula subpisum Orb.* | * | — |
| *Neaera clava Beyr.* | * | — |
| *Panopaea Heberti Bosq.* | * | — |
| *Thetis Hanleyia Semp.* | — | — |
| *Saxicava bicristata Sandb.* | * | ? |
| **Gastropoden.** | | |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | * | * |
| *Murex Deshayesii Kon.* | * | * |
| *Tiphys cuniculosus Nyst* | * | — |
| ..... *Schlotheimii Beyr.* | * | — |
| *Tritonium flandricum Kon.* | * | — |
| ........ *enode Beyr.* | — | — |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | * | * |
| ......... *multistriata Beyr.* | — | — |
| ......... *subangulosa Wood* | * | * |
| ......... *granulata Nyst* | * | — |
| *Pyrula concinna Beyr.* | * | — |
| ..... *reticulata Lam.* | — | * |
| *Fusus elongatus Nyst* | * | ? |
| ..... *Waelii Nyst* | * | — |
| ..... *elegantulus Phil.* | * | — |
| ..... *scrobiculatus Boll* | — | — |
| *Buccinum Bolli Beyr.* | — | — |
| *Nassa pygmaea Schl.* | — | — |
| ..... *Schlotheimii Beyr.* | — | * |
| *Terebra Beyrichii Semp.* | — | * |
| ...... *cincta Schl.* | — | — |

| | mittel-olig. | miocän |
|---|---|---|
| *Cassis Rondeletii Bast.* | * | * |
| ..... *megapolitana Beyr.* | — | * |
| *Cassidaria nodosa Schl.* | * | — |
| *Ancillaria Karsteni Beyr.* | — | — |
| ....... *glandiformis Lam.* | — | * |
| *Oliva flammulata Brocc.* | — | * |
| *Conus Semperi Spey.* | * | — |
| *Pleurotoma turbida Sol.* | * | * |
| ......... *Selysii Kon.* | * | ? |
| ......... *Duchastelii Nyst* | * | ? |
| ......... *laticlavia Beyr.* | * | ? |
| ......... *Koninckii Nyst* | * | — |
| ......... *denticula Bast.* | * | * |
| ......... *regularis Kon.* | * | ? |
| ......... *obeliscus Des M.* | — | * |
| ......... *Suessii Hörn.* ? | — | * |
| *Mangelia Rappardi v. Koen.* | * | — |
| ....... *Pfefferi v. Koen.* | — | — |
| ....... *Roemeri Phil.* | * | — |
| *Borsonia Delucii Nyst* | — | — |
| ....... *plicata Beyr.* | * | — |
| ....... *decussata Beyr.* | * | — |
| *Voluta fusus Phil.* | * | — |
| *Mitra hastata Karst.* | — | — |
| .... *semisculpta Beyr.* | — | — |
| *Erato laevis Don.* | — | * |
| *Natica Nystii Orb.* | * | — |
| ..... *dilatata Phil.* | * | — |
| *Eulima Kochi Semp.* | — | — |
| ...... *subula Orb.* | * | — |
| ...... *Naumanni v. Koen.* | * | — |
| *Niso minor Phil.* | — | — |
| *Odontostoma Bollanum Semp.* | — | — |
| .......... *fraternum Semp.* | — | — |
| *Eulimella eustyla Semp.* | — | — |
| *Turbonilla subcylindrica Phil.* | — | — |
| ........ *Sandbergeri Bosq.* | * | — |
| ........ *Speyeri Semp.* | — | — |
| ........ *variculosa Semp.* | ? | — |
| *Cerithium Sandbergeri Desh.* | * | ? |
| ........ *perversum Lin.* | — | * |
| *Turritella Geinitzii Spey.* | — | — |
| *Scalaria rudis Phil.* | * | — |
| ...... *pusilla Phil.* | * | — |
| ...... *amoena Phil.* | — | * |
| ...... *lamellosa Brocc.* | — | * |
| *Mesalia quadristriata Phil.* | — | — |
| *Xenophora scrutaria Phil.* | * | — |
| *Adeorbis carinata Phil.* | * | — |
| *Turbo pustulosus Münst.* | — | — |

| | mittel-olig. | miocän |
|---|---|---|
| *Phasianella ovulum Phil.* | * | — |
| *Trochus elegantulus Phil.* | — | — |
| *Delphinula suturalis Phil.* | — | — |
| *Emarginula punctulata Phil.* | * | — |
| *Dentalium Kickxii Nyst* | * | — |
| ........ *seminudum Desh.* | * | — |
| *Tornatella laevisulcata Sandb.* | * | — |
| ........ *punctatosulcata Phil.* | * | — |
| *Tornatina ? elongata Sow.* | * | — |
| *Ringicula striata Phil.* | — | — |
| ....... *Grateloupii Orb.* | — | * |
| *Bulla lignaria Lin.* | * | * |
| .... *lineata Phil.* | — | — |
| .... *utriculus Brocc. ?* | — | * |

...ss wahrscheinlich noch mehre von diesen Species auch in die miocäne For-...ation hinaufgehen, diess wurde bereits oben bemerkt.

6. Crustaceen. Ausser einigen Balanen, wie z. B. *Balanus stellaris* ...cc., *B. porosa Blumenb.* und *B. linearis Münst.* sind besonders noch die ...tracoden zu erwähnen. Diese Familie der Crustaceen, welche überhaupt in ... tertiären Formationen ihre grösste Entwickelung gefunden zu haben scheint, ...auch in der oberen Abtheilung der nordteutschen Oligocänformation ziemlich ...lreich vertreten. Schon der Graf zu Münster führte von Osnabrück und Cas-... 12 Arten auf, von welchen später A. Römer kurze Beschreibungen nebst Ab-...dungen lieferte. Reuss beschrieb 13 Arten aus der Gegend von Cassel, Lüt-...ust, Freden und Crefeld*), und Speyer gab im Jahre 1863 eine Monographie ...r Ostracoden der Casseler Tertiärbildungen, in welcher 35 Arten beschrieben ...d abgebildet werden. Indessen scheinen doch die meisten Arten nur selten ...d zum Theil sehr selten vorzukommen.

Als häufig oder doch nicht gerade sehr selten vorkommende Species nennt Speyer aus der Gegend von Cassel die folgenden:

| | |
|---|---|
| *Cythere amplipunctata Spey.* | *Cythere cornuta Bosq.* |
| ...... *Jurinei Münst.* | *Bairdia arcuata Bosq.* |
| ...... *scrobiculata Münst.* | ...... *subdeltoidea Jones* |
| ...... *plicata Münst.* | ...... *Reussi Spey.* |

Wir beschliessen hiermit die Betrachtung der nordteutschen Oligocänfor-...tion, und wenden uns nun zu einer kurzen Schilderung der dortigen Miocän-...mation.

*) Graf zu Münster, im Neuen Jahrb. für Min. 1835, S. 445 f.; A. Römer, eben-...lbst, 1838, S. 514 ff.; Reuss, in seinen Beiträgen zur Charakteristik der Tertiärschich-...des nördl. und mittl. Deutschland, in den Sitzungsberichten der kais. Akad. der Wiss. Wien, B. 18, 1855, S. 252 ff.

### §. 473. *Miocäne Meeresbildungen.*

Die miocäne Formation zeigt in Nordteutschland eine sehr bedeutende Verbreitung, indem sie den Untergrund von ganz Schleswig und Holstein bildet, und sich von dort aus nach Südosten durch Lauenburg und Meklenburg bis in die Priegnitz, nach Westen aber durch den nördlichen Theil von Hannover und durch Oldenburg bis nach Holland hinein erstreckt. Obwohl sie nun grösstentheils von den mächtigen Schuttmassen der Diluvialbildungen bedeckt wird, so ist doch kein Grund vorhanden, die Stetigkeit ihrer Ausdehnung in der Tiefe innerhalb der genannten Landstriche bis an die Küsten der Nordsee zu bezweifeln.

Beyrich unterscheidet innerhalb dieser Formation zwei Stufen, von denen man freilich die untere bis jetzt nur in verhältnissmässig geringerer Ausdehnung und sehr unvollkommener Ausbildung kennt, wogegen die obere Stufe fast in dem ganzen Landstriche von Schleswig bis Holland vorhanden und wenigstens stellenweise, in recht vollständiger Entwickelung nachgewiesen worden ist. Da die untere Stufe fast nur im östlichen Theile von Holstein bekannt ist, so wurde sie von Beyrich mit dem Namen des Holsteiner Gesteins belegt, während er die Glieder der oberen Stufe unter dem Namen der Lager des unteren Elbgebietes zusammenfasst.

#### 1. Untere Stufe; Holsteiner Gestein.

Diese Stufe ist, eben so wie das Sternberger Gestein, bis jetzt nur in losen Gesteinsblöcken angezeigt, welche durch die östliche Hälfte von Schleswig und Holstein sowie durch das Lübecker Gebiet bis gegen Schwerin in grosser Menge verbreitet sind, und nach ihrer ganzen Erscheinungsweise vermuthen lassen, dass diejenigen Schichten, von denen sie abstammen, wohl irgendwo in der Tiefe dieses Landstriches anstehen mögen. Wahrscheinlich bestehen diese Schichten aus Sand mit eingeschalteten Lagen von Sandstein. Die Fragmente und Geschiebe dieses letzteren erscheinen petrographisch sehr ähnlich dem Sternberger Gesteine, und sind reich an organischen Ueberresten der miocänen Fauna.

Da das reichste Gebiet ihres Vorkommens zwischen der Region der Sternberger Kuchen und der im westlichen Holstein so verbreiteten obermiocänen Thonformation liegt, so scheinen sie die zerstreuten Bruchstücke einer untermiocänen Formation zu sein, obgleich sie, wie Semper bemerkt, keinen ganz sicheren Anhalt für die Beurtheilung der Aufeinanderfolge der Schichten gewähren können. Beyrich vergleicht dieses Holsteiner Gestein dem *système bolderien* in Belgien.

Auch bei Mölln, im Herzogthume Lauenburg, kommen sehr viele eingeschwemmte Conchylien des Holsteiner Tertiärgesteins im sogenannten Korallensande vor, dessen Schichten übrigens reich an Blöcken des eisenschüssigen Sandsteins sind; Meyn, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 8, S. 166. Ob vielleicht die westlich von Rostock in der Gegend von Kröpelin, bei Bastorf und Wichmannsdorf anstehenden Sandsteine und Mergel, deren Karsten (in der genannten Zeitschrift, B. 6, S. 270) gedenkt, zu dieser Holsteiner Bildung gehören, darüber erlaube ich mir kein Urtheil.

### 2. Obere Stufe; Lager des unteren Elbgebietes.

Das wichtigste Glied unter diesen Lagern bildet unstreitig eine sehr mächtige, und in der Tiefe des ganzen oben bezeichneten Landstriches wahrscheinlich überall vorhandene Thon-Ablagerung, welche Forchhammer wegen ihres meist reichlichen Gehaltes an silberweissen Glimmerschüppchen unter dem Namen Glimmerthon einführte.

Dieser Glimmerthon ist ein schwarzer, dunkelgrauer oder auch dunkelbrauner, selten (durch Glaukonitkörner) grüner, oder rother, meist sehr fetter und plastischer, mehr oder weniger glimmerreicher, bisweilen sandiger, bald compacter bald schieferiger Thon, welcher nicht selten Gypskrystalle, Nieren von Pyrit oder Thoneisenstein, wohl auch Septarien eines mergeligen Kalksteins umschliesst, und theils eine deutliche, theils auch gar keine Schichtung erkennen lässt. Seine Mächtigkeit ist stellenweise zu 150 bis 300 Fuss nachgewiesen worden. Von organischen Ueberresten kommen besonders viele Conchylien vor, für welche die Insel Sylt, Spandetgaard in Schleswig, Reinbeck und Lieth in Holstein, Lüneburg in Hannover, Bersenbrück und Dingden in Westphalen als besonders reichhaltige Localitäten bekannt sind.

Ausser dem Glimmerthone kommen noch Sandsteine und Sande vor, welche theils unter, theils über dem Thone liegen, an seiner Gränze wohl auch mit ihm abwechseln, oder durch zunehmende Versandung aus ihm hervorgehen. Besonders bekannt, obwohl nur an einzelnen Localitäten nachgewiesen, sind der Kaolinsand im Liegenden, und der Limonitsandstein im Hangenden des Glimmerthons.

Bei der Wichtigkeit dieser oberen Stufe*) der nordteutschen Miocänformation, und bei dem meist vereinzelten Auftauchen ihrer Gesteine dürfte eine etwas genauere Betrachtung der wichtigsten Gegenden ihres Vorkommens nicht unzweckmässig sein, wobei wir im Norden beginnen und uns dann einerseits nach Osten, anderseits nach Westen wenden wollen.

#### a. Insel Sylt und Schleswig.

Nirgends ist die miocäne Formation deutlicher aufgeschlossen, als an der Ostküste der Insel Sylt, unweit Keitum, wo am Morsum-Kliff, einer steilen Uferwand unter dem Dorfe Morsum, ein 20 bis 40 Fuss hohes Profil die Schichtenfolge sehr schön beobachten lässt. Die Schichten fallen durchgängig nach Ostnordost, und zwar die tiefsten bis 80°, während weiter aufwärts das Fallen ganz allmälig abnimmt, so dass die obersten Schichten nur noch 15° geneigt sind. Von unten nach oben lassen sich besonders Kaolinsand, Glimmerthon und Limonitsandstein unterscheiden**).

Kaolinsand; derselbe besteht aus Quarzkörnern, Kaolin und silberweissen Lamellen eines glimmerähnlichen Minerals, welche Gemengtheile in sehr

*) Welche daher von Volger vorzugsweise als die nordteutsche Tertiärformation aufgeführt wurde.

**) Wir entlehnen die nachfolgende Beschreibung aus den Geognostischen Beobachtungen in den Herzogthümern Schleswig und Holstein, von Meyn, 1848, S. 21 ff.

verschiedenen Verhältnissen auftreten, und meist locker verbunden, bisweilen aber zu einem weichen Sandsteine verkittet sind. Stellenweise walten die Quarzkörner dermassen vor, dass das Gestein in reinen Sand übergeht; anderwärts treten sie so zurück, dass fast reine Porcellanerde vorliegt. Verschwindet der Kaolin, so bleibt nur ein Glimmersand übrig; wird dagegen der Kaolin durch unzersetzte Feldspathbrocken vertreten, so entsteht der von Meyn so genannte Spathsand.

Glimmerthon. Ein dunkel rauchgrauer oder brauner, etwas sandiger geschichteter Thon, reich an weissen Glimmerblättchen, welche besonders auf den Schichtungsflächen sehr angehäuft sind; stellenweise erscheint er grün durch eingemengte Glaukonitkörner. Als accessorische Bestandmassen erscheinen plattgedrückte Septarien eines hellgrauen, glimmerreichen Cämentsteins, der auf seinen rothbraunen Zerberstungsklüften Vivianit führt, sowie flach linsenförmige Nieren von Thoneisenstein; auch finden sich mitunter stetige Schichten von Cämentstein. Sowohl der Thon als die Septarien sind reich an organischen Ueberresten, besonders an wohl erhaltenen Conchylien.

Nach unten liegt ein lichtgrauer, ungeschichteter und glimmerarmer Thon, mit kleinen Mergelkugeln, welche meist Ueberreste von Krebsen umschliessen; zuletzt eine mächtige Bank von pechschwarzer Alaunerde.

Limonitsandstein. So nannte Forchhammer den über dem Glimmerthone abgelagerten Sandstein, welcher aus Quarzkörnern und Glimmerschuppen mit einem oft sehr vorwaltenden Cämente von Brauneisenerz oder Gelbeisenerz besteht, und daher gewöhnlich eine rostbraune Farbe besitzt; doch kommen auch graue und grünliche Varietäten vor, in denen das Bindemittel von kohlensaurem oder kieselsaurem Eisenoxydul geliefert wird. Dieser Sandstein ist parallelepipedisch zerklüftet, und hält nicht selten reihenförmig mit einander verwachsen hohle Nieren von Brauneisenstein, sowie eingesprengten Vivianit, letzteren zumal in Begleitung der Fossilien, welche im Allgemeinen identisch mit jenen des Glimmerthones sind, aber nur noch als Abdrücke und Steinkerne erscheinen.

Forchhammer und Meyn haben schon lange eine Anzahl Petrefacten aus dem Glimmerthone von Sylt aufgeführt, welche insgesammt den miocänen Charakter dieses wichtigsten Gliedes der nordteutschen Tertiärformation beweisen. Was den Limonitsandstein betrifft, so unterscheidet sich nach Semper dessen Fauna von jener des Glimmerthones durch die Abnahme mehrer in diesem Thone ziemlich häufigen Gastropoden und der Conchiferen überhaupt, durch Ueberhandnehmen der Natica- und der grösseren Buccinum-Arten, sowie durch den Mangel der Scalarien und Cancellarien. Neues Jahrb. für Min. 1857, S. 236.

Auf dem Continente von Schleswig ist besonders Spandetgaard eine wichtige Localität für das Vorkommen des Glimmerthons, welcher dort noch reicher an Conchylien zu sein scheint, als auf Sylt. Auch das Gut Gramm liegt auf einer Oase des Glimmerthones, der dort in der Tiefe ausserordentlich viele Conchylien enthalten soll. Ganz nahe bei Flensburg tritt der Limonitsandstein charakteristisch hervor, und bei Nörregasse, Nordlygum und Haddeby sind nach Forchhammer gleichfalls obermiocäne Gesteine bekannt.

### b. Holstein, Lauenburg und Lübecker Gebiet.

Zahlreicher und zum Theil auch ausgedehnter als im Herzogthume Schles- sind die Entblösungen des Glimmerthons im Herzogthume Holstein und in östlich angränzenden Gegenden von Lauenburg und Lübeck.

Seine östliche Gränze gegen das sogenannte Holsteiner Gestein ist auf Bey-s Karte nur angedeutet und nicht im Detail angegeben worden; sie konnte l sollte aber auch nur ungefähr angedeutet werden, weil die Verbreitung Blöcke des Holsteiner Gesteins ein sehr unsicheres Anhalten gewährt, und d die noch weiter östlich vorkommenden isolirten Aussenlager des Glimmer-s auf einer so allgemein gehaltenen und in so kleinem Maassstabe ausge-rten Uebersichtskarte unmöglich berücksichtigt werden konnten*).

Bei Reinbeck, an der Hamburg-Berliner Eisenbahn, nächst der Bille-ke, wurde der schwarze Thon durch die Eisenbahnarbeiten und durch Boh-gen über 40 Fuss mächtig nachgewiesen. Er ist zum Theil schiefrig, meist r compact und rein, doch stellenweise sandig, hält Gypskrystalle und Pyrit-ren, auch Nester, Septarien und lenticulare Lagen eines grauen, mergeligen d bituminösen Kalksteins, und zeigt einen grossen Reichthum an wohl er-tenen Petrefacten. Im Sachsenwalde bei Reinbeck und im Billethale tritt er ch mehrorts zu Tage aus, und ist an einer Stelle 68 Fuss tief durchbohrt rden**), während er mehr als 70 Fuss über dem Spiegel der Elbe aufragt.

Zimmermann macht aus dem Reinbecker Thone folgende Fossilien namhaft:

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Mya rustica Lin.* | *Cardita Dunkeri Phil.* ? |
| *Nucula margaritacea Lam.* | *Venus sublaevigata Nyst* ? |
| *Pectunculus Philippii Desh.* | *Cyprina islandicoides Lam.* |
| *Isocardia cor Lin.* | *Astarte vetula Phil.* |
| ....... *harpa Goldf.* | ..... *dilatata Phil.* |

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Turbo simplex Phil.* | *Fusus corneus Phil.* |
| *Cassidaria depressa Buch* | .... *lüneburgensis Phil.* |
| ........ *bicatenata Sow.* | .... *glabriculus Phil.* |
| ........ *echinophora Lam.* | .... *villanus Phil.* |
| *Murex capito Phil.* | *Rostellaria Sowerbyi Mant.* |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | *Natica castanea Lam.* |
| *Pleurotoma concava Desh.* | *Conus apenninicus Desh.* |
| ......... *Morreni Kon.* | *Bulla lignaria Lin.* |
| ......... *monilifera Phil.* | *Dentalium floreatum Phil.* |

Dazu noch Zähne von *Lamna cuspidata* und Cetaceenknochen. Ein noch etwas

*) Es scheint uns daher nicht ganz gerechtfertigt, wenn Semper in Betreff dieser Gränz-e sagt: »mit dem blosen Coloriren einer Landkarte ist es hier nicht abgethan; was im gentheil nur zur weiteren Verbreitung von Irrthümern führen kann.« Man lese die ein-tenden Worte zu Beyrichs Abhandlung, und man wird erkennen, welchen Ansprüchen er bst mit seiner Karte gerecht zu werden meinte.

**) Zimmermann, im Amtlichen Bericht über die Naturf. Versammlung in Kiel, 1847, 240 ff. und in *Palaeontographica*, I, S. 186; auch Meyn, in Zeitschr. der deutschen geol. s. B. 3, S. 420 ff.

reichhaltigeres Verzeichniss der Reinbecker Fossilien gab Boll, im Archive des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Meklenburg, Heft 2, 1848, S. 91 ff.

Ueber dem Reinbecker Thone liegt nach Zimmermann ein röthlichgelber Sand, welcher durch Eisenoxydhydrat oft zu Sandstein verkittet ist; darin finden sich viele Abdrücke und Steinkerne von *Pectunculus*, *Cyprina islandicoides*, *Isocardia cor* und *I. harpa*, *Bulla lignaria* u. a. Der Sand wird nach unten kalkig, und geht zuletzt in einen thonigkalkigen, gelblichgrünen, zähen Sandstein über, welcher nicht nur Abdrücke und Kerne, sondern auch wohl erhaltene Exemplare der vorgenannten Conchylien, sowie nach Koch auch noch *Bulla utriculus*, *Conus Dujardini*, *Fusus solitarius*, *Pleurotoma Zimmermanni*, *Crassatella minuta* enthält. Sowohl nach seiner Lagerung, als auch nach seiner petrographischen Beschaffenheit und nach seinen organischen Ueberresten scheint dieser Sandstein vollkommen mit dem Limonitsandstein auf Sylt übereinzustimmen*).

Nördlich von Reinbeck bei Hinschendorf, sowie nordwestlich von Bergedorf bei Lohbrügge hat Meyn den Glimmerthon gleichfalls nachgewiesen; derselbe ist in und bei Hamburg einige Fuss unter, bei Altona einige Fuss über dem Elbspiegel, bei Flottbeck aber in bedeutender Tiefe erbohrt worden.

Das hohe rechte Elbufer zwischen Altona, Blankenese und Schulau zeigt den Thon an vielen Orten anstehend, theils mit calcinirten Conchylien, theils mit verkiesten und in Brauneisenerz umgewandelten Steinkernen derselben; sehr häufig finden sich z. B. *Venus Brocchii Desh.*, *Pectunculus pilosus Lam.*, *P. Philippii Desh.*, *Pleurotoma Zimmermanni Phil.* und *Dentalium sulcatum Lam.* Besonders hoch steigt der Thon bei Blankenese auf, wo er die Kuppe des Süllberges bildet**).

Auf der hohen Geest, zwischen Uetersen und Elmshorn, fand Meyn eine zu Tage austretende, mindestens 50 Fuss über dem Elbspiegel aufragende Kuppe des schwarzen Thons mit zahlreichen miocänen Conchylien; südöstlich von Elmshorn aber, bei dem Dorfe Lieth, sind in demselben Thone sehr viele Conchylien gefunden worden, um deren Bestimmung sich Semper verdient gemacht hat***).

Semper führt folgende Species von Lieth auf:

Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Venus subcincta Orb.* | *Cardita orbicularis Sow.* |
| *Isocardia cor Phil.* (*I. Olearii Semp.*) | *Nucula Georgiana Semp.* |
| *Astarte anus Phil.* | *Limopsis aurita Brocc.* |
| ..... *vetula Phil.* | *Pectunculus sp.* |
| ..... *Steinvorthi Semp.* | *Arca sp.* |

*) Koch vermuthet jedoch, dass dieser Reinbecker Sandstein nicht über, sondern unter dem Thone gelagert sei; in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 6, S. 95.

**) Zimmermann, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 8, S. 328 f.

***) In Boll's Archiv des Ver. der Freunde der Naturgesch. in Meklenburg, Heft 15, 1861, 1 ff.

Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Conus antediluvianus Brug.* | *Cancellaria subangulosa Wood* |
| *Mitra Borsoni Bell.* | *Pleurotoma intorta Brocc.* |
| *Buccinum decipiens Semp.* | ........ *cataphracta Brocc.* |
| *Cassis saburon Brug.* | ........ *turricula Brocc.* |
| *Cassidaria echinophora Lam.* | ........ *rotata Brocc.* |
| *Aporrhais alata Eichw.* | ........ *obtusangula Brocc.* |
| *Murex spinicosta Bronn* | ........ *obeliscus Desm.* |
| *Fusus eximius Beyr.* | *Turritella tricarinata Brocc.* |
| .... *distinctus Beyr.* | ....... *marginalis Brocc.* |
| .... *semiglaber Beyr.* | ....... *subangulata Brocc.* |
| .... *crispus Bors.* | *Dentalium badense Partsch* |
| *Cancellaria Rothi Semp.* | ....... *mutabile Doderl.* |

Bei Glückstadt scheint der schwarze, fette und geschmeidige Glimmer-[illegible] von 111 bis zu 420 Fuss Tiefe, also in einer Mächtigkeit von 300 Fuss, [illegible]chbohrt worden zu sein; er enthielt nicht selten Spuren von Conchylien [illegible] Muschelabdrücke; unter ihm aber folgten Sand und Sandstein, Muschel-[illegible] und Mergel bis zu 478 Fuss, wo der Bohrversuch eingestellt wurde*).

Nördlich von Travemünde, am steilen Strande bei dem Dorfe Brothen, [illegible] unter der mächtigen Lehmdecke ein blauer Thon hervor, aus welchem das [illegible] weiss gebleichte, calcinirte Conchylien ausspült, welche von Zimmermann [illegible]immt worden sind, und keinen Zweifel darüber lassen, dass auch dieser [illegible] der Bildung des Glimmerthons angehört. Zwischen Travemünde und [illegible]beck steht am rechten Ufer der Trave der schwarze Thon mit seinen cha-[illegible]teristischen Versteinerungen an; eben so auch bei dem Gute Muggesfelde, [illegible]dlich von Segeberg, wo der Thon zum Theil als Schieferthon erscheint, wel-[illegible] stellenweise braunroth gefärbt ist; er wird hier von einem sehr weissen [illegible] schönen Glimmersande unterteuft**).

Nördlich von Lauenburg, in dem Dorfe Müssen zwischen Büchen und [illegible]warzenbeck, hat ein tiefer Einschnitt der Hamburg-Berliner Eisenbahn [illegible]selben schwarzen Thon aufgeschlossen; östlich von ihm findet sich Alaun-[illegible], wie am Reinbecker Bahnhofe; westlich von Müssen aber bildet der Thon [illegible] Untergrund des sumpfigen Mühlbachthales.

Bei Lauenburg selbst ist durch die Zweigeisenbahn nach Büchen der [illegible]warze, compacte und sehr fette Thon etwa 20 Fuss mächtig durchschnitten [illegible]rden; über ihm liegt 4 bis 6 Fuss mächtig ein nach oben sehr eisenschüssi-[illegible]r, nach unten leberbrauner Sandstein, welcher petrographisch dem Limonit-[illegible]ndsteine der Insel Sylt vollkommen entspricht. Unmittelbar unter diesem [illegible]ndsteine ist der Thon mehr grau und glimmerreich, und enthält kleine scharf [illegible]gränzte Mandeln von erdigem Vivianit; weiter abwärts umschliesst er platt

*) Amtl. Ber. über die Naturforscher-Versamml. in Kiel, 1847, S. 224. Volger fand [illegible]ter den Bohrproben *Astarte vetula* und einen Zahn von *Carcharodon Escheri*.

**) Zimmermann, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 320 ff., und Meyn, in Zeitschr. [illegible]r deutschen geol. Ges. B. 3, S. 422; auch Volger, im Amtl. Ber. über die Naturf. Vers. [illegible] Kiel, S. 225.

gedrückte Lignitstämme, welche ebenfalls Blaueisenerde enthalten*). Ueberhaupt aber scheint das ganze, zwischen Lauenburg, Reinbeck und Büchen gelegene Plateau in der Tiefe von dieser Thonablagerung gebildet zu werden.

### c. Meklenburg und Priegnitz.

Einige Meilen von Lauenburg elbaufwärts, bei Wendisch-Weningen unweit Dömitz stehen am steilen Elbufer Schichten von Alaunerde an, welche auch weiter landeinwärts auf der Oberfläche des Plateaus zu Tage austreten. Damit hängen jedenfalls diejenigen Schichten zusammen, welche nördlich von Dömitz bei Bokup über der Braunkohle abgelagert sind und bereits oben S. 19[illegible] erwähnt wurden. Sie bestehen in mehrfachem Wechsel aus gelbem, grauem und weissem Sande, aus braunem Thone uud schwarzer Alaunerde, und enthalten eine drei Fuss mächtige Sandsteinschicht, welche reich an scharf ausgeprägten Steinkernen und Abdrücken von Conchylien ist.

Diese Conchylien sind von Koch, zum Theil auch von Beyrich bestimmt worden, wobei sich unter anderen folgende Species herausstellten:

| | |
|---|---|
| *Arca diluvii Lam.* | *Fusus abruptus Beyr.* |
| *Isocardia harpa Phil.* | *Terebra cincta Schl.* |
| *Panopaea inflata ? Goldf.* | *Murex spinicosta Bronn* |
| *Pholadomya Puschii Goldf.* | *Aporrhais alata Eichw.* |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | *Buccinum bocholtsense Beyr.* |
| *Cassis megapolitana Beyr.* | *Ringicula auriculata Mén.* |
| *Voluta Siemsseni Boll* | *Conus antediluvianus Brug.* |

Dazu kommen noch Species von *Nucula*, *Cardium*, *Cardita*, *Pecten*, *Pleurotoma*, *Scalaria*, *Turritella*, und von Bryozoën *Lunulites radiata*. In dem grauen thonigen Sande, welcher den Sandstein unterteuft, fand Koch viele Foraminiferen; wie er denn auch nach Hoffmann und Boll recht wohl erhaltene Conchylien umschliesst. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 8, S. 263 f.; auch B. 3, S. 461 f.

Bei dem Dorfe Gühlitz, unweit Putlitz in der Westpriegnitz, findet sich das am weitesten nach Osten bekannte Vorkommen von obermiocänen Schichten. Dieselben bestehen aus einem grauen, sehr thonigen und kalkhaltigen Sande, welcher nach Koch wahrscheinlich dem grauen Sande unter der Bokuper Sandsteinschicht entsprechen, und wohl über den Braunkohlen von Gühlitz liegen dürfte. Dieser Sand oder Mergel enthält sehr viele trefflich erhaltene Conchylien, welche seine Identität mit dem Glimmerthone von Sylt und Lüneburg beweisen**).

### d. Hannover.

Bei Harburg, an der Chaussee nach Buxtehude, bildet der schwarze Thon die Unterlage der sogenannten schwarzen Berge; er erhebt sich 10 bis 20 Fuss über die Marschebene, und wird von Geröll und Sand überlagert. Zwei Meilen weiter, bei Altkloster unweit Buxtehude, tritt er abermals zu Tage

---

*) Meyn, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 2, S. 415.

**) Beyrich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 6, S. 421 Anm., und Koch, ebendas. B. 8, S. 266 Anm.

...en und wird dort, bei seinem nicht unbedeutenden Kalkgehalte, zu Cäment verarbeitet*).

**Lüneburg.** Oestlich von der Stadt, in der Nähe des Bahnhofes, steht ein schwärzlichgrauer glimmerreicher Thon in grosser Mächtigkeit an; er enthält einzelne, bis fussdicke Schichten eines gelblichgrauen, feinkörnigen, kalkigen Sandsteins, der mit Pyrit durchsprengt ist, wie denn auch der Thon selbst durch fein vertheilten Pyrit bisweilen in Alaunerde übergeht. Er ist reich an Conchylien und anderen organischen Ueberresten, welche zuerst von Volger und Philippi beschrieben wurden, während Roth später noch andere Species namhaft machte. Derselbe Thon ist auch in der Umgegend von Lüneburg mehrorts bekannt und durch viele Bohrlöcher nachgewiesen worden, von welchen zwei, nahe bei der Stadt, ihn 150 und 170 Fuss mächtig erkennen liessen**).

Auch zwischen Blekede und Barenkamp im Lüneburgischen liegt eine Thongrube, in welcher *Dentalium elephantinum*, *Turritella marginalis*, *Pleurotoma semimarginata*, *Trochus Robynsii* und ein *Pectunculus* gefunden worden sind***).

Von den Elbgegenden aus nach Südwesten hin dehnt sich ein grosser Landstrich aus, in welchem die Miocänformation nirgends zu Tage austritt, überhaupt gar nicht bekannt ist, obgleich sie höchst wahrscheinlich auch dort unter der mächtigen Bedeckung von quartären und noch jüngeren Bildungen in der Tiefe vorhanden ist. Die nächsten Punkte ihres unzweifelhaften Vorkommens finden sich in der Gegend von Osnabrück; und zwar ist es jenes mächtige Glied des Glimmerthones, welches sowohl dort als auch weiterhin nach Westen an mehren Orten nachgewiesen wurde.

**Osnabrück.** Nördlich von Osnabrück auf beiden Ufern der Haase tritt über einen bedeutenden Flächenraum eine mehre hundert Fuss mächtige Thonablagerung unter den Diluvialbildungen hervor. Sie wurde zuerst am Piesberge durch ein tiefes Bohrloch als ein dunkelbrauner, glimmerreicher, nach unten mit Conchylien erfüllter Thon von 100 Fuss Mächtigkeit erkannt, unter welchem ein weisslicher Thon mit zahlreichen kieseligen Concretionen liegt. Allein nördlich von Bramsche, zwischen **Bersenbrück**, **Ankum**, **Bergen** und **Alfhausen**, da findet sich dieselbe Thonablagerung über mehre Quadratmeilen. Der Thon wird zur Verbesserung des Feldbodens in vielen Gruben gewonnen, und F. Römer war so glücklich, in einigen dieser sogenannten Mergelgruben eine grössere Anzahl wohl erhaltener Versteinerungen zu gewinnen†). Seitdem gilt die Gegend von Bersenbrück als eine der reichsten Fundgruben miocäner Fossilien.

F. Römer glaubte anfangs, diesen Thon dem Septarienthone vergleichen zu können, was jedoch von Beyrich berichtigt wurde, indem er auf das Vorkommen

---

*) Meyn, in Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. B. 5, S. 607 f.

**) Volger, Beiträge zur geognost. Kenntniss des norddeutschen Tieflandes, 1846; Philippi in *Palaeontographica*, I, S. 89; Roth, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 362 und 371 f.

***) Zimmermann, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 325.

†) F. Römer, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 2, S. 233 f.

von *Conus antediluvianus Brug.*, *Pyrula reticulata Lam.*, *Fusus politus Ren.*, *Natica Guillemini Payr.*, *Turritella subangulata Brocc.*, *Cytherea multilamella Lam.*, *Isocardia cor Lam.*, *Limopsis aurita Brocc.* und *L. minuta Phil.* als besonders charakteristischer Fossilien hinwies. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 3, S. 212.

### e. Westphalen.

Zwischen Osnabrück und Ibbenbühren ist bei Anlage des tiefen Schafberger Stollens ein dunkelgrüner glaukonitischer Kalkmergel mit zahlreichen miocänen Conchylien gefunden worden; er liegt nur wenig mächtig über den Schichtenköpfen der Liasformation, und scheint ein ganz isolirtes Aussenlager, einen rückständig gebliebenen Lappen der Miocänformation darzustellen*).

Im westlichsten Winkel Westphalens, bei Dingden zwischen Bocholt und Wesel, hat Hosius eine Ablagerung von schwärzlichbraunem, glimmerreichem thonigen Sande mit zahlreichen Conchylien nachgewiesen, von denen F. Römer *Limopsis aurita*, *Isocardia cor*, *Astarte concentrica*, *Cardita chamaeformis*, *Pleurotoma Selysii*, *Tiphys horridus*, *Ringicula buccinea* und *Conus antediluvianus* namhaft macht**).

Auch nördlich von Bocholt ist ein schwarzer Thon mit miocänen Conchylien fast 150 Fuss tief durchbohrt worden; zwischen Bocholt und Oeding aber entdeckte Becks bereits im Jahre 1839 eine, unter den Diluvialmassen auftauchende Thonablagerung mit marinen Conchylien, Haifischzähnen und Cetaceenknochen, welche organische Ueberreste besonders bei Oldenkotten und Recken sehr zahlreich gefunden werden***).

An diese Vorkommnisse schliessen sich diejenigen unmittelbar an, welche im angränzenden Holland, bei Winterswyk, Zutphen und anderen Orten der Provinz Gelderland auftreten, und schon im Jahre 1834 durch van Breda, sowie durch Becks im Jahre 1839 bekannt worden sind.

Hiermit hätten wir denn die wichtigsten Localitäten des Glimmerthons, dieses bedeutsamen Gliedes der nordteutschen Miocänformation, kennen gelernt. Es bleibt uns nur noch übrig, eine allgemeine Uebersicht der wichtigsten organischen Ueberreste dieser Formation zu geben; wobei wir abermals so glücklich sind, für die Mollusken eine von A. v. Koenen, diesem gründlichen Kenner der nordteutschen Tertiärbildungen, uns freundlichst übersendete Liste mittheilen zu können.

#### Korallen.

*Flabellum cristatum Milne Edw.* (= *Fl. avicula Mich.*)
*Stephanophyllia Nysti Milne Edw.* (= *St. imperialis Mich.*)

#### Bryozoën.

*Lunulites urceolata Goldf.* *Lunulites rhomboidalis Goldf.*

---

*) Heine, in Zeitschr. der d. geol. Ges. B. 13, S. 237.

**) Hosius, in Verhandl. des naturhist. Ver. f. Rheinland und Westph. IX, S. 605, und Römer, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 6, S. 111.

***) Becks, im Neuen Jahrb. für Min. 1843, S. 257 ff.

### Foraminiferen und Ostracoden.

Koch erwähnt das Vorkommen vieler Foraminiferen in dem grauen miocänen Sande von Bokup in Meklenburg; sie gehören den Gattungen *Nodosaria*, *Dentalina*, *Cristellaria*, *Rosalina*, *Polymorphina*, *Guttulina*, *Globulina* und *Nonionina*. In demselben Sande fand er auch einige Ostracoden der Gattung *Bairdia*.

### Conchiferen.

| | |
|---|---|
| *Pecten Duwelzii Nyst* | *Cardium subturgidum Orb.* |
| *Pectunculus sp.* | *Astarte anus Phil.* |
| *Arca diluvii Lam.* | ..... *vetula Phil.* |
| *Limopsis aurita Brocc.* | ..... *radiata Nyst* |
| *Nucula Haesendonckii Nyst* | *Isocardia cor Lin.* ? |
| *Leda pygmaea Münst.* | *Venus multilamellosa Nyst* |
| .... *Westendorpii Nyst* | *Tellina Benedenii Nyst var.* |
| .... *laevigata Nyst* | *Corbula gibba Olivi* |

### Gastropoden.

| | |
|---|---|
| *Aporrhais alata Eichw.* | *Fusus contiguus Beyr.* |
| *Murex octonarius Beyr.* | *Terebra Hörnesi Beyr.* |
| ..... *spinicosta Bronn* | *Nassa tenuistriata Beyr.* |
| ..... *Partschii Hörn.* | .... *bocholtensis Beyr.* |
| ..... *aquitanicus Grat.* | .... *syltensis Beyr.* |
| *Tiphys horridus Brocc.* | *Cassis saburon Brug.* |
| ..... *fistulosus Brocc.* | *Cassidaria echinophora Lin.* |
| *Tritonium tarbellianum Grat.* | ........ *bicatenata Sow.* |
| *Turbinella debilis Beyr.* | *Columbella attenuata Beyr.* |
| *Cancellaria evulsa Sol.* | ........ *nassoides Grat.* |
| ........ *Rothi Semp.* | *Ancillaria obsoleta Brocc.* |
| ........ *cancellata Lin.* | ....... *glandiformis Lam.* |
| ........ *subangulosa Wood* | *Conus antediluvianus Brug.* |
| ........ *varicosa Brocc.* | *Pleurotoma turbida Sol.* |
| ........ *lyrata Brocc.* | ........ *turricula Brocc.* |
| ........ *acutangularis Lam.* | ........ *flexiplicata Nyst* |
| ........ *aperta Beyr.* | ........ *Duchastelii Nyst* ? |
| *Pyrula reticulata Lam.* | ........ *modiola Zan.* |
| ..... *simplex Beyr.* | ........ *obeliscus DesM.* |
| *Fusus Hosiusi Beyr.* | ........ *intorta Brocc.* |
| .... *festivus Beyr.* | ........ *ramosa Bast.* |
| .... *tricinctus Beyr.* | ........ *Suessii Hörn.* |
| .... *eximius Beyr.* | ........ *semimarginata Bors.* ? |
| .... *lüneburgensis Phil.* | *Borsonia uniplicata Nyst* |
| .... *semiglaber Beyr.* | *Voluta Bolli Koch* |
| .... *gregarius Phil.* | *Mitra Borsoni Bell.* |
| .... *distinctus Beyr.* | *Turritella subangulata Brocc.* |
| .... *sexcostatus Beyr.* | *Scalaria lamellosa Brocc.* |
| .... *crispus Bors.* | *Ringicula auriculata Mén.* |
| .... *Sismondai Mich.* | *Dentalium badense Partsch* ? |

### Pteropoden und Cephalopoden.

*Spirialis rostralis.* *Spirulirostra Hörnesi v. Koen.*

Abermals ergiebt sich auch hier ein Vorwalten der Gastropoden, besonders der

Gattungen *Cancellaria*, *Fusus* und *Pleurotoma*. Von Wirbelthieren kennt man Gehörknöchelchen verschiedener Fische, Haifischzähne und Knochen mehrer Cetaceen.

Die Fauna der nordteutschen miocänen Tertiärbildungen, sagt Beyrich, ist nicht so reich, als die des Wiener Beckens; sie enthält zahlreiche Arten, welche dort fehlen, und noch mehr andere werden in ihr vermisst, welche dort zu den gemeinsten und bezeichnendsten gehören. Dabei zeigt sich, dass viele oligocäne Arten sich aufwärts in die Miocänbildungen verbreiten; . . . wir befinden uns in einem anderen grossen Tertiärbecken, welches in seinen Ablagerungen, wie in seinen Faunen einen abweichenden Entwickelungsgang befolgte. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 280.

## Achtes Kapitel.

## Einige Tertiärbildungen im südlichen Europa.

### §. 474. *Subapenninen-Formation.*

Die Apenninen selbst bestehen vorwaltend aus Schichten der Jura-, der Kreide- und der Nummulitenformation. Allein zu beiden Seiten dieser Gebirgskette breiten sich neuere tertiäre Schichten aus, welche meist hügeliges Land bilden, und zuerst von Brocchi unter dem Namen der Subapenninen-Formation beschrieben worden sind. Obwohl nun spätere Beobachtungen gelehrt haben, dass sich unter denen damals von Brocchi zusammengefassten Schichten auch einerseits miocäne, und anderseits noch neuere tertiäre Bildungen befinden, so werden doch die in der Gegend von Parma, Castell'arquato, von Asti in Piemont und überhaupt in einem grossen Theile Ober- und Mittelitaliens verbreiteten Schichten als die eigentlichen Repräsentanten der pliocänen Formation betrachtet.

Diese weit über 1000 Fuss mächtige Subapenninen-Formation besteht wesentlich aus zwei Gliedern, aus einem unteren, welches vorwaltend von blauen Thonmergeln, und einem oberen Gliede, welches von gelbem Sande gebildet wird. Beide liegen ganz regelmässig über einander, und sind bald arm, bald sehr reich an organischen Ueberresten, zumal von Conchylien, welche vortrefflich erhalten sind, und von unten nach oben eine Reihenfolge verschiedener Species erkennen lassen, ohne dass sich doch irgendwo ein bestimmter paläontologischer Horizont bemerkbar macht.

Pareto nannte diese Formation *étage astien*, weil sie in der piemontesischen Provinz Asti und um die Stadt gleiches Namens sehr verbreitet und recht charakteristisch ausgebildet ist. Karl Mayer hat aus demselben Grunde den Namen Asti-Stufe vorgeschlagen.

a. Subapenninische Mergel. Sie haben eine blaulichgraue bis schmutzig blaue oder braune Farbe, und bestehen aus Thon, feinem Quarzsand, zarten Glimmerschuppen und etwas kohlensaurem Kalke, daher sie gewöhnlich mit Säuren aufbrausen. Von accessorischen Bestandtheilen wird besonders Gyps erwähnt, welcher in einzelnen Krystallen und Krystallgruppen vorkommt; an einigen Punkten sind auch untergeordnete Lager von Gyps, sowie an anderen eben dergleichen von Braunkohle bekannt. Bedeutende Gyps-Einlagerungen

finden sich z. B. bei Volterra, bei Picchialoja nördlich von Volterra, wo das Gestein oft aus sehr grossen Krystallen (*specchio d'asino*) besteht, und bei Castellina, wo der berühmte weisse Alabaster in grossen unterirdischen Steinbrüchen gewonnen wird, und prächtige Gypskrystalle vorkommen. Schwefel erscheint nicht selten in diesen Gypslagern.

Diese Mergel sind meist weich und zerreiblich, selten von steinartiger Consistenz, und besitzen bald eine sehr ausgezeichnete, dünne und fast schieferige, bald eine undeutliche und mächtige Schichtung. Sie umschliessen oft sehr viele Conchylien, von denen etwa die Hälfte oder auch darüber noch gegenwärtig lebenden Species angehören, welche aber jetzt nur zum kleineren Theile im mittelländischen Meere angetroffen werden. Diese Conchylien sind sehr gut erhalten, obwohl meist calcinirt; doch zeigen manche Species noch ihren Perlmutterglanz und ihre ursprüngliche Farbe; ja bei einigen Arten von *Cyprina* und *Venus* ist sogar noch das Ligament erhalten.

Die subapenninischen Mergel treten oft an der Oberfläche zu Tage aus, während sie an anderen Punkten theils von dem gelben Sande, theils auch von vulkanischen Bildungen bedeckt werden. Sie bilden das wichtigste Glied der ganzen Formation, sind gewöhnlich viele hundert Fuss mächtig, und erreichen stellenweise selbst eine Mächtigkeit von 1500 bis 2000 Fuss. Bei ihrer grossen Verbreitung bilden sie oft ausgedehnte, von tiefen Schluchten und Racheln durchrissene, wüste und öde Landstriche, wie in der Umgegend von Volterra und anderwärts in den Maremmen von Toscana.

b. Subapenninischer Sand. Dieses zweite Glied der Formation besteht wesentlich aus isabellgelbem, röthlichgelbem oder ockergelbem Sande, von theils sehr feinem, theils gröberem Korne; der feinere Sand ist meist lichter gefärbt und glimmerreich, der grobe Sand dunkler gefärbt und glimmerfrei. Obgleich Quarzsand vorwaltet, so ist ihm doch gewöhnlich so viel Kalk beigemengt, dass er oft mit Säuren braust; auch finden sich zuweilen innerhalb des Sandes knollige und andere seltsam gestaltete Concretionen von Sandstein, welche oft seitwärts an einander gränzen und zu durchbrochenen, unregelmässig undulirten Platten verbunden sind. In Toscana erscheinen die untersten Schichten dieser Sand-Ablagerung als ein Conglomerat aus Kalksteingeröllen und Sand (*Sansino*), welches daselbst eine nicht unbedeutende Verbreitung erlangt, nach oben aber in Sand und Sandstein (*Panchina*) übergeht, welcher letztere bei Siena und Volterra weit und breit über den Thonen und Mergeln vorhanden ist, und oftmals in auffallenden, kastellähnlichen Kuppen aufragt. Auch dieses Glied enthält oft noch viele Conchylien, obgleich es im Allgemeinen nicht so reich daran ist, als die Mergel.

Die organischen Ueberreste gehören grossentheils denselben Species, welche auch in den miocänen Formationen bekannt sind, aus welchen ja, wie bereits oben S. 6 erwähnt wurde, ein ganz allmäliger Uebergang bis in die oberen pliocänen Bildungen Statt findet. Ausser den sehr zahlreichen Conchylien kommen auch hier und da, wie z. B. bei Siena, viele Foraminiferen vor, welche zu förmlichen Schichten eines zoogenen Kalksandes angehäuft sind.

Zu den häufiger vorkommenden Mollusken gehören unter anderen die folgen grösstentheils nach Bronn *) aufgeführten Species.

### Brachiopoden.

*Terebratula grandis Blum.* oder *Ter. ampulla Brocc.*

### Conchiferen.

*Ostrea edulis Lin.*
..... *navicularis Brocc.*
*Pecten varius Lam.*
..... *cristatus Bronn*
..... *maximus Lam.*
..... *scabrellus Lam.*
..... *opercularis Lam.*
*Lima inflata Lam.*
*Perna Soldanii Desh.*
*Mytilus barbatus Lin.*
..... *edulis Lin.*
*Modiola sericea Bronn*
*Lithodomus lithophagus Lin.*
*Chama gryphina Lam.*
..... *gryphoides Lin.*
*Leda fragilis Desh.*
*Nucula margaritacea Lam.*
*Pectunculus glycimeris Lam.*
........ *pilosus Lin.*
*Arca barbata Lin.*
... *Noae Lin.*
... *lactea Lin.*
*Diplodonta lupinus Bronn*
*Isocardia cor Lam.*
*Cardium aculeatum Lin.*
...... *papillosum Poli*
*Dosinia lincta Pult.*
*Cytherea pedemontana Ag.*
*Venus chione Lin.*
.... *rugosa Brocc.*
.... *ovata Penn.*
.... *umbonaria Lam.*
.... *multilamella Lam.*
*Tapes rotundata Lin.*
*Tellina planata Lin.*
..... *donacina Lin.*
..... *ventricosa M. de Ser.*
*Corbula gibba Olivi*
*Mactra triangula Ren.*
*Panopaea Menardi Desh.*
*Psammosolen strigillatus Lin.*
.......... *coarctatus Gmel.*
*Solen vagina Lin.*
*Clavagella Brocchii Lam.*

### Gastropoden.

*Dentalium elephantinum Lin.*
....... *sexangulum Gmel.*
*Vermetus intortus Lam.*
*Fissurella graeca Lam.*
*Capulus hungaricus Lin.*
*Solarium simplex Bronn*
....... *variegatum Lam.*
*Turbo rugosus Lin.*
*Trochus cingulatus Brocc.*
...... *miliaris Brocc.*
...... *patulus Brocc.*
...... *famulum Gmel.*
*Xenophora crispa Koen.*
*Natica Josephinia Risso*
*Ringicula buccinea Desh.*
*Pyramidella plicosa Bronn*
*Turritella communis Risso*
....... *quadricarinata Defr.*
*Scalaria clathrus Sow.*
*Actaeon semistriatus Fér.*
*Niso eburnea Risso*
*Cerithium tricinctum Brocc.*
....... *scabrum Olivi*
....... *vulgatum Brug.*
*Terebra Basteroti Nyst*
...... *pertusa Bast.*
*Mitra fusiformis Brocc.*
*Buccinum mutabile Lin.*
....... *semistriatum Brocc.*
....... *prismaticum Brocc.*
....... *incrassatum Müll.*
*Cassidaria echinophora Lam.*
*Cassis saburon Lam.*
*Dolium denticulatum Desh.*
*Cancellaria cancellata Lin.*
........ *ampullacea Brocc.*
........ *varicosa Brocc.*
*Pleurotoma turricula Brocc.*

---

*) *Lethaea geognostica*, 3. Aufl., B. 3, S. 71 und 72; die Namen mehrer Species nach Hörnes berichtigt worden.

| | |
|---|---|
| *Pleurotoma vulpecula Brocc.* | *Tiphys tetrapterus Bronn* |
| *Fusus lignarius Lam.* | *Conus antediluvianus Brug.* |
| *Triton apenninicus Sassi* | .... *pelagicus Brocc.* |
| *Tritonium doliare Bast.* | .... *striatulus Brocc.* |
| *Aporrhais speciosa Schl.* | .... *Mercatii Brocc.* |
| *Ranella reticularis Desh.* | *Ovula spelta Lam.* |
| *Murex trunculus Lin.* | *Cypraea pyrum Gmel.* |
| ..... *brandaris Lin.* | ...... *europaea Mont.* |

Pteropoden.

*Cuvieria astesana Rang* = *Cleodora ast. Desh.*

Das Verhältniss zwischen den lebenden und ausgestorbenen Species ist ungefähr das von 60 : 40. In gewissen tieferen Schichten Piemonts, welche von den bisher betrachteten mehrorts discordant überlagert werden, beträgt die Zahl der lebenden Species nur 28 Procent, daher sie als miocän gelten müssen, obgleich sie zum Theil von ähnlichen blauen Mergeln gebildet werden.

Was die in der Begleitung der Braunkohlen oder auch des Gypses (Stradella) vorkommenden Pflanzenreste betrifft, welche besonders von Viviani, Strozzi und Gaudin untersucht worden sind, so hat der Letztere gezeigt, dass die fossile Flora des oberen Arnothales, von Montajone und Siena, mit jener von Oeningen und Schossnitz verglichen werden kann. Unter 50 Species, welche er beschreibt, befinden sich 19 neue, während von den übrigen Arten 17 bei Oeningen und 10 bei Schossnitz vorkommen*); nämlich:

| | |
|---|---|
| *Glyptostrobus europaeus Braun* | * *Planera Ungeri Ett.* |
| * *Liquidambar europaeum Braun* | * *Ulmus minuta Goepp.* |
| * *Populus balsamoides Goepp.* | *Ficus tiliaefolia Ung.* |
| *Salix media Heer* | *Laurus princeps Heer* |
| † .... *integra Goepp.* | *Persea speciosa Heer* |
| *Quercus drymeia Ung.* | *Sapindus falcifolius Braun* |
| ...... *Gmelini Braun* | * *Zizyphus tiliaefolius Ung.* |
| † ...... *serraefolia Goepp.* | *Juglans bilinica Ung.* |
| * *Platanus aceroides Goepp.* | * ..... *acuminata Braun* |
| * *Carpinus pyramidalis Goepp.* | |

Die mit einem * bezeichneten sind von Oeningen und Schossnitz, die mit einem † bezeichneten von Schossnitz allein, die übrigen von Oeningen bekannt.

Heer spricht sich in seiner *Flora tertiaria Helvetiae* (III, S. 273) über die Subapenninen-Formation folgendermaassen aus. »Nach dem Charakter der organischen Einschlüsse der subapenninen Thone und Sande zu schliessen, wurden dieselben in der Zwischenzeit zwischen der Oeninger und Utznacher Bildung erzeugt. Die tieferen und älteren Schichten, die grossentheils aus blauen Thonen bestehen, stehen sehr wahrscheinlich der Oeninger Bildung nahe; die jüngeren und oberen Schichten (der *Sansino* und die gelben Sande) aber werden den Uebergang zur Utznacher Bildung darstellen; und von diesen scheint wieder die bei Montajone in Toscana die älteste zu sein. Seine Flora schliesst sich nahe an die obermiocäne an. Die Untersuchungen von Gaudin und Strozzi stellen daher die wichtige Thatsache fest, dass eine Anzahl in Mitteleuropa weit verbreiteter miocäner Pflanzen in Mittel-Italien bis in die unterpliocäne Zeit hinaufreicht.«

Zu dieser pliocänen Formation gehören auch die Mergel und Sandsteine, welche den Untergrund der Umgegend von Rom bilden, und über deren

*) Neue Denkschriften der allg. schweizer Ges. für die ges. Naturwiss. B. 16, 1858.

Gliederung und organische Ueberreste Ponzi, dieser ausgezeichnete Erfors des Kirchenstaates, lehrreiche Aufschlüsse gegeben hat*).

Die ganze Tertiärformation der römischen Campagna besteht nach un aus thonigen Mergeln, nach oben aus Sand und Sandstein; sie wird zunä von Geröllen und dann von vulcanischen Tuffen bedeckt, welche letztere Capitole und am tarpejischen Felsen sowie am Monte verde sehr schön zu b achten sind.

*a.* Mergel. Ponzi unterscheidet eine untere und eine obere Abtheilu

1. Mergel des Vaticans. Sie finden sich am Fusse des Vatican n der Peterskirche in der Cava Vannutelli sehr gut aufgeschlossen, enthalten eigenthümliche Fauna, und scheinen einen Uebergang aus den miocänen i pliocänen Schichten zu bilden. Es sind sehr feinerdige und zum Theil sch rige, licht gelblichgraue (feucht blaulichgraue), mit Säuren sehr stark aufb sende Mergel; nach oben fossilfrei sind sie nach unten reich an organis Ueberresten, von welchen Ponzi als besonders charakteristisch die folge aufführt**):

*Flabellum Vaticani n. sp.*
*Trochocyathus umbrella n. sp.*
*Hemiaster Vaticani n. sp.*
*Cidaris remigera n. sp.*
*Solemya solida n. sp.*
*Ostrea corrugata n. sp.*
*Pecten antiquatus Phil.*
*..... Philippii Michel.*
*..... rimulosus Phil.*
*..... fimbriatus Phil.*
*..... cristatus Bronn*
*Syndesmya longicallis Phil.*
*Pholadomya Vaticani n. sp.*
*Limopsis aurita Brocc.*
*Leda dilatata Phil.*
*.... Bonellii n. sp.*
*Nucula rugosa n. sp.*
*Dentalium Noae Sism.*
*....... laevigatum n. sp. ?*
*Cassidaria echinophora Lam.*
*Phorus infundibulum Bronn*
*Conus antediluvianus Brocc.*
*Argonauta biarmica n. sp.*
*Cleodora pyramidata Rang*
*....... Ricciolii Rang*
*....... subulata Rang*
*Cuvieria columella Rang*

In ungeheurer Menge finden sich besonders *Pecten rimulosus*, *Pholadomya Vati* *Flabellum Vaticani* und die Cleodoren.

2. Mergel von Formello. Sie gehören der oberen Abtheilung der gel des Vaticans, welche dort keine Fossilien enthält, während sie bei Form am Fusse des jurassischen Berges von Monticelli nördlich von Rom, reic folgenden von Ponzi aufgeführten Species ist:

*Schizaster Parkinsoni Ag.*
*Terebratula ampulla Brocc.*
*Pecten cristatus Bronn*
*..... pusio Lam.*
*Arca diluvii Lam.*
*Chama gryphoides Lin.*
*Cytherea multilamella Lam.*
*Venus islandicoides Ag.*
*Vermetus glomeratus Biv.*
*Dentalium elephantinum Brocc.*
*Turritella subangulata Brocc.*
*Pleurotoma dimidiata Brocc.*
*Buccinum semistriatum Brocc.*
*Cerithium vulgatum Brug.*

*b.* Sand und Sandstein. In dieser Etage der Pliocänformation Umgegend von Rom unterscheidet Ponzi drei verschiedene Abtheilungen

*) *Bull. de la soc. géol.* [2], t. 15, 1858, p. 555 ff.

**) Van den Hecke nennt noch mehre andere Species, a. a. O. p. 578 ff.

1. Untere Abtheilung. Mit den gewöhnlichen Eigenschaften des sub-
[ap]enninen Sandes findet sich diese Abtheilung sehr ausgezeichnet bei Corneto,
[nö]rdlich von Civitavecchia, auch bei Formello und in der Gegend von Tivoli.
[Na]ch Ponzi sind folgende Fossilien besonders bezeichnend:

| | |
|---|---|
| *Terebratula ampulla Brocc.* | *Ostrea foliosa Brocc.* |
| *Terebratulina caput serpentis Lin.* | *Spondylus gaederopus Lin.* |
| *Pecten latissimus Brocc.* | *Hinnites Cortesi Defr.* |
| ..... *opercularis Lam.* | *Pectunculus polyodonta Bronn* |
| ..... *varius Lam.* | *Modiola lithophaga Lin.* |
| ..... *jacobaeus Lin.* | *Venus senilis Brocc.* |
| ..... *flabelliformis Brocc.* | *Balanus tintinnabulum Lin.* |
| ..... *pes felis Lin.* | |

2. Mittlere Abtheilung. Sie ist besonders mächtig nahe bei Rom am
[Mo]nte Mario entwickelt, wo sie auch einen grossen Reichthum von Fossilien be-
[he]rbergt, von denen sich an diesem Berge nicht weniger als 272 Species vor-
[fin]den: auch bei Acquatraversa ist dieselbe Abtheilung bekannt; zu den ge-
[me]insten Fossilien gehören unter anderen:

| | |
|---|---|
| *Pectunculus insubricus Brocc.* | *Corbula striata Lam.* |
| *Panopaea Menardi Desh.* | *Astarte incrassata Brocc.* |
| *Mactra triangula Ren.* | *Cardium hians Brocc.* |

3. Obere Abtheilung. Sie ist vorzüglich bei Acquatraversa zu beob-
[ac]hten, wo sie über der mittleren Abtheilung lagert; von den vielen Conchylien,
[w]elche sie enthält, kommen in besonders grosser Menge folgende Arten vor:

| | |
|---|---|
| *Anomia ephippium Lin.* | *Donax trunculus Lin.* |
| *Ostrea edulis Lin.* | *Cardium rusticum Lin.* |

Die mächtigen Geröll-Ablagerungen, welche in der Umgegend von Rom die
[pl]iocänen Schichten zunächst bedecken, enthalten keine Conchylien, sondern
[nu]r Knochen und Zähne von *Elephas primigenius*, *El. meridionalis* und anderen
[Sä]ugethieren.

### §. 175. *Neuere Tertiärbildung Siciliens.*

Ausser der durch ihre Gyps-, Schwefel- und Steinsalz-Einlagerungen so
[in]teressanten tertiären Bildung, welche sich von Centorbi bis nach Cattolica,
[un]d vom Fusse des Eryx bis gegen Noto erstreckt, und deren von Daubeny wie
[vo]n Lyell bereits erkannter Tertiärcharakter durch de Pinteville noch schärfer
[be]stimmt worden ist, findet sich in Sicilien eine jüngere Tertiärformation,
[w]elche durch ihre grosse Verbreitung und Mächtigkeit für die geognostische
[C]onstitution dieser Insel eine ganz besondere Bedeutung gewinnt.

Diese Formation begleitet die ehemaligen Küstenränder der Insel. Bei Mes-
[si]na bildet sie am Abhange des Gneisses ein Vorland, welches etwa 700 Fuss
[ho]ch ansteigt; auf der Nordseite der Peloritanischen Kette steigt sie in einzelnen,
[rü]ckständigen Lappen fast bis zu 1400 F. Höhe auf, wie bei Naso; in der Gegend
[v]on Palermo aber breitet sie sich zu einer nur 150 F. hohen Ebene am Fusse
[d]es Apenninenkalksteins aus. Viel bedeutender als an der Nordküste ist ihre

Verbreitung an der West- und Südküste, von Trapani bis zum Capo Passaro. Dort lassen sich drei grosse Regionen unterscheiden. Die nordwestliche Region, von Trapani bis zum Capo Bianco, bildet ein niedriges Land am Fusse der Apenninenformation: die mittlere Region, von Girgenti bis Caltanisetta, stellt ein über 1000 F. aufsteigendes Plateau dar; die südöstliche Region erstreckt sich von Licata über Castrogiovanni und Caltagirone nach Syrakus und von dort bis zum Cap Passaro; sie zeigt in ihrem nördlichen Theile unterbrochene Lagerung, so dass viele kleine Plateaus wie Festungen aufragen. Hier ist auch die Formation am höchsten aufwärts gedrängt worden; denn bei Castrogiovanni erreicht sie fast 2900, bei Caltascibetta über 2400, und bei S. Filippo d'Argirò fast 2600 Par. Fuss Höhe; dabei liegen ihre Schichten grösstentheils ganz horizontal, so dass ihr Niveau die absolute Höhe der Erhebung bestimmt.

Diese Erhebung ist demnach in verschiedenen Gegenden sehr ungleichmässig gewesen; bei Castrogiovanni beträgt sie beinahe 3000, bei Caltanisetta nicht ganz 2200, bei Caltagirone 1900, bei Naso 1400, bei Girgenti 1000 und bei Palermo kaum 200 Fuss. Das ganze Land muss also der Bewegung gefolgt, und hier mehr, dort weniger aus der Tiefe des Meeres emporgestiegen sein.

Die Gesteine dieser Tertiärformation sind verschieden; Geröll und Conglomerat, Sand und kalkiger Sandstein, manchfaltige Varietäten von Kalkstein, welcher bald sandig, bald rein, und entweder dicht und concretionär, oder feinporos und erdig-körnig ist, endlich auch Mergel und Thon oder sogenannte Creta. Der ganze südöstliche Theil der Insel wird von dem feinporigen, erdig-körnigen Kalksteine gebildet. Im Val di Noto, bei Militello, Palagonia, Buccheri und Vizzini sind der Formation auch Basalte und Palagonittuffe eingeschaltet, welche letztere in regelmässigen Schichten mit den fossilreichen Kalksteinen wechseln, und oft selbst sehr viele Conchylien umschliessen, während die Basalte ebenfalls in weit fortsetzenden Bänken oder Lagern auftreten *).

Die Conglomerate und Gerölle finden sich besonders ausgezeichnet in den Umgebungen der Peloritanischen Kette, und es ist merkwürdig, dass sich in ihnen die Conglomeratbildung der Apenninenformation wiederholt; dieselben Granitgeschiebe, wie in den Conglomeraten von Taormina und Francavilla finden sich auch bei Messina und Spadaforo im Granitsande; so auch die Porphyrgeschiebe. Bei Messina wechseln diese Conglomerate mit Thonschichten, welche Braunkohle enthalten. — In der Gegend von Catania sind Mergelthon und Thon (Creta) sehr verbreitet, welche dort kaum mit irgend anderen Gesteinen abwechseln. — Von Gesso bis Vittoria ist brauner, oft kalkiger Sand mit Muschelbreccie und mit schmalen concretionären Kalksteinlagen, oder mit theils cavernosem theils dichtem Kalkstein herrschend; so auch in der Gegend von Palermo. Bei Caltanisetta, Caltascibetta u. a. O. findet sich sandig-körniger, oder auch cavernoser weisser Kalkstein, welcher letztere oft nur Schalen und unregel-

*) Von diesen interessanten Erscheinungen des Val di Noto gab Sartorius v. Waltershausen eine sehr lehrreiche Beschreibung in seiner Abhandlung über die submarinen vulcan. Ausbrüche des Val di Noto, 1846. Frühere Mittheilungen über dieselben Erscheinungen gab Fr. Hoffmann in Karstens Archiv, III, 1831, S. 341 ff.

mässige Bänke in braunem Sande bildet. — Sehr ausgezeichnet ist der dichte, feste Lumachellkalkstein von Trapani und vom Berge Eryx.

Der im südöstlichen Theile Siciliens herrschende Kalkstein von Syrakus ist licht gelblichweiss, erdig-körnig, weich, kreideähnlich, und oft so mächtig geschichtet, dass er ungeschichtet erscheint. Bei Santa Elena unweit Augusta wird er dicht und oolithisch, wie denn überhaupt ein Wechsel des weichen Kalksteins mit Streifen und Nieren eines härteren Kalksteins häufig vorkommt. Bei Comiso ist der Kalkstein mit Bergöl, und bei Ragusa mit Asphalt durchzogen. Dieser Kalkstein von Syrakus bildet weit ausgedehnte Plateaus und Terrassen mit öder, unfruchtbarer Oberfläche, und mit tief eingeschnittenen Thälern, deren Gehänge senkrecht aus der ebenen Thalsohle aufsteigen. Bei der Weichheit des Gesteins sind in ihm häufig Grotten und Höhlen ausgearbeitet worden. — Zwischen Mellili und Lentini findet sich im Mergel Papierkohle oder Dysodil, mit Pflanzenresten und bituminösem Thone*).

Diese Tertiärformation ist, besonders in ihren Kalksteinen, oft ausserordentlich reich an organischen Ueberresten, während sie anderwärts recht arm daran erscheint. Philippi hat sich mit einer sehr genauen Untersuchung der Conchylien beschäftigt, aus welcher hervorgeht, dass sich unter ihnen überhaupt etwa 75 Procent von solchen Species befinden, welche noch gegenwärtig im sicilianischen Meere leben. Dabei ist jedoch an den einzelnen Localitäten das Verhältniss der ausgestorbenen und der noch jetzt lebenden Species so schwankend, dass man auf eine jede weitere Unterabtheilung der Formation nach diesen Procentzahlen verzichten muss.

Viele Species, sagt Philippi, welche noch jetzt im Meere um Sicilien sehr häufig leben, waren eben so zahlreich damals vorhanden; wie z. B.

| | |
|---|---|
| *Anomia ephippium* | *Natica millepunctata* |
| *Pecten Jacobaeus* | *Buccinum mutabile* |
| ..... *opercularis* | *Trochus crenulatus* |
| *Arca nodulosa* | ...... *striatus* |
| *Pectunculus insubricus* | *Cerithium lima* |
| *Cardium echinatum* | ....... *vulgatum* |
| ...... *tuberculatum* | *Chenopus pes pelecani* |
| *Dentalium entalis* | *Cypraea coccinella* |

Andere Species, welche jetzt an den dortigen Küsten selten vorkommen, finden sich häufig in den Tertiärschichten, namentlich *Venus radiata*, *Cytherea rugosa*, *Astarte incrassata*, *Cardita arcuata* und *Arca antiquata*. Noch andere, die gegenwärtig sehr gemein sind, fehlen gänzlich, oder gehören zu den grossen Seltenheiten.

Sartorius v. Waltershausen unterscheidet im südlichen Sicilien drei verschiedene Gruppen dieser neuen Tertiärformation, nämlich die Gruppe des Syrakuser Kalksteins, welche die älteste ist, die Gruppe des Kalktuffs, des Mergels und der Muschelbreccie, und die Gruppe des Thones oder der Creta. Alle drei gehen durch manchfaltige Zwischenstufen in einander über, und die Bil-

*) Fr. Hoffmann, Geogn. Beobb. gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien, 1839, S. 503 ff.

dung der beiden letzteren hat bis in die neueste Zeit fortgedauert. Zu der ersten Gruppe rechnet er die Gebirge von Chiaramonte, Licodia und Buccheri, welche sich 500 bis 600 Meter über das Meer erheben, und entschieden den Mittelpunkt der ganzen Formation darstellen. Der Kalkstein ist hier sehr dicht oder feinkörnig, hellgrau, weiss oder gelblich gefärbt, und äusserst arm an organischen Ueberresten. In anderen Gegenden der Syrakuser Formation treten diese Ueberreste schon häufiger auf, wie bei Ragusa, wo viele Fischzähne und Pectenschalen vorkommen.

Endlich nehmen die Fossilien dermaassen überhand, dass gewisse Schichten fast ausschliesslich aus Muscheln bestehen. Das Gestein ist dann wenig dicht, zerfällt selbst an der Luft, und wechselt häufig mit Lagen eines bräunlichen, gelblichen oder grauen Kalktuffs, der oft das Uebergewicht über den Kalkstein gewinnt, und allmälig in ihn übergeht. Dieser Kalktuff, der in der Nähe von Militello und Palagonia häufig, und auch bei Syrakus erscheint, ist feinkörnig, zerreiblich und mit zahllosen Conchylien erfüllt. Auch die weite Ebene von Fontanazza, unterhalb Chiaramonte, wird von einem ähnlichen Tuff oder Muschelmergel gebildet, in welchem viele Schalen von Pecten, Ostrea u. a. Conchylien vorkommen. Bei dem Cap Sta. Croce von Augusta wird die Kalksteinformation unmittelbar von den Wellen des Meeres bespült; sie besteht dort selbst aus Schalen des *Pecten Jacobaeus*, welche durch tuffartigen Kalk und durch Muschelbreccie locker verbunden sind. Wie viel jünger und wie wesentlich verschieden diese Schichten von jenen bei Chiaramonte sind, diess kann selbst dem ungeübtesten Auge nicht entgehen, und man möchte glauben, dass ihre Fortbildung noch jetzt im Gange sei *). Die Creta endlich ist ein grauer plastischer Thon, welcher bei Cifali unweit Catania sehr reich an Conchylien ist, die grösstentheils noch lebenden Species angehören.

## §. 476. *Neogene Tertiärbildung Südrusslands.*

Die tertiäre Formation des Wiener Bassins lässt sich durch Ungarn und Galizien sehr weit nach Osten hin verfolgen; diess gilt ganz besonders von der brackischen Gruppe (S. 132), welche in östlicher Richtung eine ganz ausserordentliche Verbreitung gewinnt, durch das ganze südliche Russland fortsetzt und schliesslich den Untergrund jenes grossen Tieflandes bildet, in welchem der Caspisee und Aralsee gelegen sind. Darüber breitet sich dort eine etwas jüngere Formation aus, welche man die caspische (oder aralocaspische) Formation genannt hat.

Suess hat kürzlich eine interessante Notiz über die östliche Verbreitung der marinen und der brackischen Schichten des Wiener Bassins mitgetheilt **).

Die marinen oder tiefsten Ablagerungen dieses Bassins lassen sich zwar gleichfalls sehr weit nach Osten hin verfolgen; denn sie erscheinen in Ungarn, Galizien, Siebenbürgen, Podolien und Serbien, ebenso wie bei Wien, unter den

*) Ueber die submarinen Ausbrüche des Val di Noto, S. 14 f.

**) Anzeigen der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, 1866, S. 156.

brackischen Schichten; weiterhin aber dringen sie nicht in die pontisch-caspischen Regionen ein, sondern sie setzen sich über Constantinopel gegen den griechischen Archipelagus durch Carien und Lycien, durch Cilicien und Karamanien und die oberen Euphratgegenden bis in das armenische Hochgebirge fort, von wo aus sie durch die mesopotamische Niederung bis in das Gebiet des persischen Meerbusens erkannt worden sind.

Ganz anders ist die Verbreitung der brackischen Ablagerungen des Wiener Bassins, welche sich zwar anfangs weithin nach Osten über den marinen Schichten vorfinden, dann aber einerseits von Siebenbürgen und den unteren Donauländern aus, anderseits von der Bukowina aus durch Bessarabien und die Krimm rings um den Kaukasus und den Usturt bis nahe an die Westküste des Aralsees verfolgen lassen*). Dabei zeigen sie eine so ausserordentliche Beständigkeit ihrer petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, dass sie nothwendig in einem und demselben grossen Meere gebildet worden sein müssen, welches Suess das weiland sarmatische Meer nennt, wie er denn die betreffenden Schichten selbst unter dem Namen der sarmatischen Stufe der Tertiärformation vereinigt.

Das sarmatische Meer reichte in westöstlicher Richtung von Hollabrunn in Nieder-Oesterreich bis in die Gegenden des Oxus, also durch 46 Längengrade, während seine Breite wahrscheinlich zwischen dem 40. und 51. Breitengrade schwankte, woraus auch die Gleichartigkeit seiner Fauna erklärlich wird. Der Raum, welchen das sarmatische Meer einnahm, ist noch heutzutage das Sammelbecken der grössten europäischen Flüsse**).

Diese sarmatische Tertiärformation ist im südlichen Russland neuerdings besonders genau von Abich auf den beiden Halbinseln Kertsch und Taman, zu beiden Seiten des cimmerischen Bosporus, untersucht worden***). Da sie nun auch dort in einer weit grösseren Vollständigkeit entwickelt zu sein scheint, als es anderswoher bekannt worden ist, so wollen wir zunächst ihre dortige Ausbildungsweise betrachten.

### 1. Tertiärformation auf den Halbinseln Kertsch und Taman.

Der vorwaltende Charakter der Halbinsel von Kertsch ist der, eines aus langgestreckten flachen Hügeln und dazwischen liegenden breiten Thälern bestehenden Landes; diese ostwestlich streichenden Thäler sind, nach Maassgabe der Schichtenstellung, theils synklinale, theils antiklinale, und in letzterem Falle wahre Erhebungsthäler. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich auf der Halbinsel Taman, dessen Schlammvulcane niemals in synklinalen Thälern gelegen sind.

*) Der Usturt besteht aus Kreide; am Aralsee kommen auch oligocäne Schichten vor.

**) Auch Murchison sprach sich dahin aus, dass dieses ehemalige Binnenmeer grösser gewesen sein müsse, als das jetzige mittelländische Meer. *The Geology of Russia*, p. 289.

***) Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman, in *Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Pétersbourg*, t. 9, 1865; womit zu vergleichen: Karten und Profile zur Geol. der Halbinseln Kertsch und Taman; Tiflis, 1866.

Die unter den diluvialen und recenten Bedeckungen vorhandenen Tertiärbildungen beider Halbinseln unterscheidet Abich als marine und als brackische Bildungen, von welchen die ersteren auf Kertsch, die anderen auf Taman besonders mächtig entwickelt sind; doch scheinen eigentlich beide einen brackischen Charakter zu besitzen.

*A.* untere oder marine Abtheilung; von unten nach oben lassen sich meist die folgenden vier Glieder erkennen:

*a.* Dunkler Schieferthon. Diese Etage besteht aus dunkelbraunen oder dunkelgrauen, fetten, aber an der Luft zerbröckelnden Schieferthonen mit dünnen Zwischenlagen von Gyps, und mit flachen Nieren von Sphärosiderit oder von kieseligem Kalkmergel, welche letztere bisweilen Steinkerne und Abdrücke, selten wohlerhaltene Schalen von Mollusken enthalten, namentlich von *Cardium obsoletum Eichw.*, *Mactra podolica Eichw.* und *Mytilus marginatus Orb.*

*b.* Gypsreiche Thone und Kalkmergel; sie entwickeln sich allmälig aus den Gesteinen der vorigen Etage durch Aufnahme von kohlensaurem Kalk, enthalten auch unregelmässige Bänke von kieseligem Kalkstein und falün-ähnliche Lager von Muschelschutt.

Die letzteren beiden Gesteine sind besonders reich an Conchylien, von denen Abich unter anderen aufführt

an Conchiferen:

| | |
|---|---|
| *Mactra podolica Eichw.* | *Venus vitalina Orb.* |
| *Cardium protractum Eichw.* | *Mytilus marginatus Orb.* |
| ...... *Fittoni Orb.* | *Corbula gibba Olivi* |
| ...... *obsoletum Eichw.* | *Tapes gregaria Partsch* |

und an Gastropoden:

| | |
|---|---|
| *Bulla Lajonkaireana Bast.* | *Trochus podolicus Eichw.* |
| *Cerithium rubiginosum Eichw.* | ...... *papilla Eichw.* |
| *Turbo rugosus Lin.* | ...... *cingulatus Eichw.* |
| ..... *laevis Eichw.* | ...... *quadristriatus Dub.* |

*c.* Hellfarbige Schieferthone und Mergel. Lichtgraue gypshaltige Mergel wechseln mit weissem Mergelschiefer und mit feinblätterigen Schieferthonen, welche letztere weiter aufwärts immer vorwaltender werden, und oft reich an Kieselpanzern von Diatomeen sind; die unteren Schichten enthalten sparsam kleine Cardien und Cyrenen sowie häufige Abdrücke von kleinen Fischen. Diese an 50 Fuss mächtige Etage ist besonders schön am Cap Akburun zu beobachten.

*d.* Bryozoënkalkstein. Ein Schichtensystem von thonig-kieseligen Mergelschiefern mit Lagen und Trümern von Gyps eröffnet diese Etage. Darüber folgen kalkige Mergel und sandig-schieferige Thone, welche die unförmlichen Massen des Bryozoënkalksteins umhüllen. Dieser, besonders aus Escharen, Serpeln und Muschelschutt bestehende, poröse und bisweilen schwammartig aufgeblähte Kalkstein bildet Bänke und kleine Stöcke von unregelmässiger Gestalt und knolliger oder höckeriger Oberfläche, aber oft von bedeutender Ausdehnung, daher er nicht selten in schroffen Felswänden aufragt; ja bisweilen

rscheint er in förmlichen ringförmigen Atolls, wie auf der Halbinsel Kasantip, am Aktasch und am Kutschuk-Schamai*).

Von den organischen Ueberresten dieses Kalksteins nennt Abich:

| | |
|---|---|
| *Eschara lapidosa Pall.* | *Cardium obsoletum Eichw.* |
| ...... *nobilis Mich.* | *Mactra podolica Eichw.* |
| *Cellepora prolifera Reuss* | *Saxicava sp.* |
| *Vincularia teres Eichw.* | *Mytilus navicula Dub.* |
| ....... *spiropora Eichw.* | *Serpula scalata Eichw.* |

In den Etagen *b*, *c* und *d* finden sich auch Knochen von *Phoca pontica Eichw.* und von anderen marinen Säugethieren.

*B.* Obere oder brackische Abtheilung; sie zerfällt in folgende zwei Glieder.

*e.* Steppenkalk oder oberer Kalkstein von Kertsch. Ein weicher, poröser, gelblichweisser, vorwaltend aus Muschelschutt bestehender und mit mehr oder weniger gut erhaltenen Conchylien erfüllter Kalkstein ist das bei weitem vorherrschende Gestein dieser Etage. Doch sind ihr auch Schichten eines hellfarbigen Kalkmergels sowie Schichten eines gelblichen, sehr dichten plattenförmigen Kalksteins eingeschaltet, welcher letztere in Kertsch zum Strassenpflaster benutzt wird.

Es ist diess derselbe Kalkstein, welcher in den Steppen Südrusslands und von dort weit hinein nach Asien eine so wichtige Rolle spielt, und daher Steppenkalkstein genannt worden ist, während er wegen seiner Weichheit und Porosität wohl auch bisweilen den Namen Muschelkalktuff erhalten hat.

Diese Etage scheint zum Theil discordant den vorigen Etagen aufzuliegen, wie diess wenigstens nach Abich in der Schlucht von Kuschan, 7 Werst westlich von Kertsch, ganz deutlich zu beobachten ist**).

Von organischen Ueberresten aus diesem Kalksteine führt Abich die folgenden an:

| | |
|---|---|
| *Dosinia exoleta Lin.* | *Cerithium pictum Eichw.* |
| *Ervilia podolica Eichw.* | ....... *minutum Serr.* (?) |
| *Dreissenia Brardii Brong.* | *Rissoa inflata Andrz.* |
| *Pisidium priscum Eichw.* | *Litorinella acuta Drap.* |
| *Cardium incertum Desh.* | *Serpula spiralis Eichw.* |
| ...... *litorale Eichw.* | |

Das Vorkommen von *Cerithium minutum* dürfte wohl zu bezweifeln sein.

*f.* Faluns und Eisenerze. Die sehr verbreiteten Schichten dieser schon früher als eine Süsswasserbildung charakterisirten Etage zerfallen nach ihrer petrographischen Beschaffenheit in zwei Abtheilungen.

*α.* Die mächtigste Abtheilung besteht aus einer Wechsellagerung von weisslichen oder graulichen Kalkmergeln und sandigen Mergelschiefern, von welchen die ersteren eine zahllose Menge von Schalen der Gattung *Valencienna Desh.*

*) Nach Verneuil ragt dieser durchaus ungeschichtete Escharenkalkstein nicht selten in 40 bis 80 Fuss hohen felsigen Hügeln auf.

**) Schon Verneuil gedenkt dieser discordanten Lagerung des Steppenkalkes gegen die tieferen Schichten bei Jenikale, Kertsch und Simpheropol.

enthalten; dazu gesellen sich noch Congerien und *Cardium decemcostatum*. Diese Abtheilung findet sich besonders auf der Halbinsel Taman, wo sie 10 bis 12 Meter mächtig wird.

In gleichem Niveau und seitwärts mit ihr verbunden erscheinen auf der Halbinsel Kertsch bei Kamysch-Burun sehr mächtige Faltins, welche durch die erstaunliche Menge ihrer Conchylien (zumal *Unio* und *Anodonta*) berühmt sind.

*β*. Die obere Abtheilung besteht aus sandigem eisenschüssigem Thone, welcher häufig Siderit, Brauneisenerz und Bohnerz enthält; darüber folgt brauner Thon mit gelblichen Sandschichten, und schliesslich ein blaulicher plastischer Thon. Auch in diesen Schichten finden sich noch *Valencienna* und *Cardium semisulcatum*, welche nicht selten in ihrem Innern mit kleinen Drusen von Vivianit erfüllt sind.

## 2. Tertiärformation in den Steppen Südrusslands.

In gleicher Vollständigkeit, wie auf den Halbinseln Kertsch und Taman, scheint nun freilich die südrussische Tertiärformation nicht überall zur Entwickelung gelangt zu sein; aber ein Glied derselben, nämlich der Steppenkalkstein, gewinnt weiter nach Westen, Norden und Osten eine ganz erstaunliche Verbreitung. Er ist es, welcher in Volhynien, Podolien und Bessarabien, in der pontischen und Astrakanskischen Steppe, in den Vorbergen des Kaukasus bei Stawropol, und weiterhin nach Osten, in den Umgebungen des Caspisee und Aralsee, unter den Schichten der neueren caspischen (oder aralocaspischen) Formation vielorts nachgewiesen worden ist.

Eichwald, welcher diesen Steppenkalkstein im Jahre 1830 von den Nordküsten des schwarzen Meeres beschrieb, betrachtete ihn damals als eine neuere Küstenlandformation. Karstens Archiv, B. II, 1830, S. 117 ff. Im Jahre 1836 beobachtete Verneuil denselben Kalkstein in denselben Gegenden, erkannte ihn als eine Brackwasserbildung, deren Conchylien von denen im schwarzen Meere jetzt lebenden verschieden sind, und rechnete ihn unter dem Namen Steppenterrain zu den tertiären Formationen. *Bull. de la soc. géol.* t. 8, 1837, p. 188 ff. und *Mém. de la soc. géol.* vol. III, 1838, p. 10 ff. Auch v. Blöde gab Mittheilungen über sein Vorkommen in Podolien und Bessarabien, im Neuen Jahrb. für Min. 1841, S. 523 ff. Später haben sich Huot, Le-Play, Murchison *) und nochmals Eichwald mit ihm beschäftigt, welcher ihn nun gleichfalls für tertiär erklärte. Endlich im Jahre 1858 stellte Abich, in Folge ausgedehnter Untersuchungen in den kaukasischen Vorbergen die bestimmte Ansicht auf, dass der Steppenkalkstein der miocänen Formation angehört, und ganz besonders durch *Mactra podolica* und *Tapes gregaria* charakterisirt wird. Diese Ansicht ist später durch die Beobachtungen von Barbot de Marni und Lawakowski bestätigt worden. Beschreibung der Astrakanskischen oder Kalmücken-Steppe, von Barbot de Marni; Petersburg 1863.

An den Nordküsten des schwarzen Meeres beginnt die Formation des Steppenkalkes gewöhnlich mit grauen Mergeln und thonigem Sande, über welchen blauliche Mergel folgen, die nach oben mit Kalkstein wechseln, bis endlich der

---

*) Huot und Le-Play, in *Voyage en Russie méridionale*, 1842, t. II, p. 485 und t. IV, p. 150, sowie Murchison, in *The Geology of Russia*, 1845, p. 297 ff.

letztere allein auftritt. An vielen Orten des Binnenlandes liegt jedoch der Steppenkalk auf einem fossilfreien Sandsteine.

Meist ist es ein sehr weicher, gelblichweisser bis lichtgelber, von Conchylien erfüllter Kalkstein, dem jedoch hier und da härtere Schichten eingeschaltet sind. So erscheint er bei Odessa im Westen, wie im Osten am Tschalon Chamar, dem südlichen Ende des von Tzaritzin aus nordsüdlich streichenden Steilabfalls des Plateaus Ergeni, in Stawropol, wo er als Baustein gebrochen wird, bei Taganrog am Asowschen Meere, bei Derbend am Caspisee, und an vielen anderen Orten. *Mactra podolica*, *Buccinum baccatum* (oder *dissitum*), *Cardium litorale* und *C. Fittoni* sind besonders charakteristische Conchylien. Barbot de Marni führt überhaupt 70 verschiedene Species auf, von denen beinahe die Hälfte neu ist, und, mit alleiniger Ausnahme der *Dreissenia polymorpha*, keine einzige noch jetzt im schwarzen oder im caspischen Meere leben soll.

Die Steppe liegt bei Odessa etwa 180 Fuss hoch über dem Meere, und würde eine grosse, stetig ausgedehnte, horizontale Ebene sein, wenn nicht die leicht zerstörbaren Schichten des Muschelkalktuffs zur Bildung vieler Racheln und Schluchten Veranlassung gäben. Dieser Kalkstein ist so weich, dass er mit der Axt und der Säge bearbeitet wird; man zersägt ihn daher in Quadersteine, aus welchen Odessa, Nikolajew, Sebastopol u. a. Städte der pontischen Steppe fast gänzlich erbaut sind. Er ist aber so locker, dass man mit einem Stocke ein Loch in ihn bohren kann, und so porös, dass 3 bis 4 Fuss dicke Wände den Wind durchlassen und wie ein Schwamm die Feuchtigkeit einsaugen. Daher sieht man in allen Städten und Dörfern neue Ruinen, und wenn die alten Griechen ihre pontischen Steppenstädte aus demselben Materiale erbauten, so ist es kein Wunder, dass die Ruinen derselben fast verschwunden sind. Kohl, in Karstens und v. Dechens Archiv, B. 16, 1842, S. 782 ff.

Ueber dem Steppenkalksteine breitet sich die jüngere, in den Umgebungen des Caspisees und Aralsees ausserordentlich verbreitete caspische Formation aus, wie sie von Barbot de Marni genannt wird. Sie ist wesentlich eine sandig-thonige Bildung, deren wenige Conchylien zur Hälfte solchen Species angehören, die noch jetzt im Caspisee lebend vorkommen. Barbot de Marni macht überhaupt nur 12 Species namhaft, nämlich *Dreissenia Brardi*, *D. rostriformis*, *D. polymorpha*, 4 Arten von *Paludina*, 3 von *Monodacna*, 1 *Adacna* und 1 *Didacna*. Hiernach scheint diese caspische Formation der Süsswassergruppe des Wiener Bassins zu entsprechen.

## Neuntes Kapitel.

### Einige aussereuropäische Tertiärbildungen.

#### §. 477. *Tertiärbildungen auf Island (und Grönland).*

Der Raum gestattet uns nur, auf einige wenige Tertiärbildungen ausserhalb Europa Rücksicht zu nehmen; wir wählen dazu die auf Island und Java, also auf einer arktischen und einer tropischen Insel bekannten Ablagerungen, sowie die Tertiärbildungen Nordamerikas.

## A. Tertiärbildungen der Insel Island.

Auf der, politisch zwar zu Europa, geographisch aber zu dem grossen arktischen Archipelagus gehörigen Insel Island sind sowohl limnische als auch marine Tertiärschichten bekannt, welche beide mitten in die Periode der dortigen Basaltformation fallen, und in sehr beschränkter und eigenthümlicher Weise auftreten.

Die Trapp- oder Basaltformation mit ihren Tuffen ist es, welche den Untergrund der 1800 Quadratmeilen grossen Insel hauptsächlich constituirt*); zahlreiche Lager und Decken von Dolerit, Anamesit und Basalt wechseln mit mehr oder weniger mächtigen Ablagerungen von basaltischen Tuffen, Palagoniten und Conglomeraten, welche oft eine grosse Ausdehnung und Mächtigkeit gewinnen; trachytische Gesteine spielen eine mehr untergeordnete Rolle, während die neueren vulcanischen Bildungen und die Eisformation zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt und noch gegenwärtig in der Fortbildung begriffen sind.

Gewisse der Basaltformation angehörige Tuff-Ablagerungen sind es nun, welche theils durch Braunkohlenschichten und andere Pflanzenreste, theils durch marine Conchylien als neogene Tertiärbildungen charakterisirt werden. Zu den ersteren gehören namentlich die sogenannten Surturbrandlager mit denen sie begleitenden Tuffen.

### 1. Miocäne Braunkohlenformation Islands.

Surturbrand oder Surtarbrandur**) nennt der Isländer die Braunkohle, welche an vielen Orten Islands, jedoch meist nur in Flötzen von geringer Mächtigkeit und Verbreitung zwischen den basaltischen Tuffen eingelagert ist, weshalb auch eine bedeutende und nachhaltige Gewinnung derselben kaum möglich erscheint. Dieser Surturbrand hat einestheils die grösste Aehnlichkeit mit der schieferigen Braunkohle des niederrheinischen Beckens oder der Rhön, ist auch bisweilen spaltbar in sehr dünne Blätter; anderntheils erscheint er als bituminöses Holz oder Lignit, in breitgedrückten Stämmen, zuweilen auch als eine compacte Pechkohle oder Gagat***); durch Trappgänge ist er stellenweise in

*) Man kennt auf Island nur sehr wenige Spuren von älteren Gesteinen, obgleich solche in der Tiefe vorhanden sein müssen. Eugène Robert fand an einem Gletscher des Klofa-Jökull viele Geschiebe von Schiefer, Porphyr, Grauwacke und Hypersthenit, welche Gesteine höchst wahrscheinlich in den oberen Regionen desselben Gletschers anstehen werden. Thienemann hat unter den Auswürflingen des Hekla ein Stück Glimmerschiefer gefunden. Anders sind wohl die an der Meeresküste vorkommenden Gesteine zu beurtheilen, von denen Sartorius glaubt, dass sie aus nördlichen Ländern durch Eisschollen zugeflösst worden sind. So fand Sartorius an der nördlichen Küste Islands bei Halbjarnastadir Fragmente von Granit und Glimmerschiefer, ja einen lachtergrossen Block von Serpentin im Niveau des Meeres; und ebenso an der nordöstlichen Küste, besonders bei Vopnafjord, Stücke von Granit, Gneiss, Glimmer- uud Talkschiefer. Sartorius v. Waltershausen, Physisch-geographische Skizze von Island, 1847, S. 81 f.

**) So schreibt Zirkel in dem von ihm und Preyer herausgegebenen sehr interessanten Werke: Reise nach Island, 1862.

***) Diess ist der sogenannte isländische Achat, welcher bisweilen mit Obsidian verwechselt wurde.

eine glänzende anthracitähnliche Kohle verwandelt worden. Bei Eskifjord an der östlichen Küste fand ihn Sartorius mit Pyrit durchzogen.

Diese Braunkohlenlager finden sich stets zwischen Tuffschichten, welche bald eine pelitische und schieferige, bald eine psammitische Structur zeigen, und daher früher für gewöhnliche Schieferthone und Sandsteine gehalten worden sind. Die meist hellgelben oder grauen, bisweilen auch rothen Schichten sind nicht selten mit kohligen Theilen imprägnirt, und enthalten mitunter recht deutliche Pflanzenreste, auch wohl Lagen oder Nieren von Sphärosiderit mit vegetabilischen Einschlüssen. Einzelne Schichten erscheinen bisweilen porös, wie aus lauter sehr kleinen Hohlkugeln zusammengesetzt.

Die Surturbrandlager sind von einem Zoll bis zu vier Fuss mächtig; sie finden sich bisweilen in mehrfacher Wiederholung über einander, und in Höhen bis zu 500 und 600 Fuss über dem Meeresspiegel.

Zirkel, welcher alle bekannten Vorkommnisse aufzählt, erwähnt z. B. ein 2 Fuss mächtiges Lager schwarzer, dichter, politurfähiger Braunkohle bei dem Gehöfte Hjeradsvatn; dagegen auf Bardaströnd bei Laekir vier, nahe über einander liegende Flötze von 2 bis 4 Fuss Mächtigkeit, mit Blätterabdrücken im Hangenden und Liegenden; am Vorgebirge Tjörnes kennt man sogar fünf Flötze, und um die ganze nordwestliche Halbinsel lassen sich drei verschiedene Flötze verfolgen, von denen das unterste im Niveau des Meeresspiegels, das zweite 150, und das dritte 600 Fuss hoch liegt. (Preyer und Zirkel, Reise nach Island, S. 335.) Dieses letztere dürfte dasselbe sein, welches Winkler am Torfell bei dem Gehöfte Gaulthvamr in einer Höhe von wenigstens 500 Fuss beobachtete. Derselbe fand jedoch an der Nordseite der Insel, am Geldingafell, Tuffschichten mit Pflanzenresten in einer Höhe zwischen 800 und 1000 Fuss. (Winkler, Island, der Bau seiner Gebirge u. s. w. 1863, S. 142 und 156.) Die mächtigsten Surturbrandlager sollen sich nahe an der Nordspitze der grossen nordwestlichen Halbinsel, an den Küsten des Isafjord bei Gränahlid und Stigahlid finden. Eugène Robert erwähnt vom Vopnafjord an der Ostküste einen Lignitstock von 12 Meter Stärke bei nur 110 Meter Länge; doch scheint derselbe nur ein System von Conglomerat- und Tuffschichten zu sein, welchem in mehrfacher Wiederholung Lignitstämme eingeschaltet sind.

Man war früher der Ansicht, dass allen diesen Kohlenflötzen ihr Material durch Treibholz geliefert worden sei, welches ja noch gegenwärtig an den Küsten Islands angeschwemmt wird; und man glaubte, die verschiedenen Höhen jener Flötze bis zu 600 Fuss über dem Meeresspiegel durch successive Hebungen erklären zu können, denen die Küsten im Laufe der Zeiten unterworfen gewesen seien. Diese, noch von Krug v. Nidda und Eugène Robert vertretene Ansicht ist jedoch neuerdings als unhaltbar erkannt worden, seitdem man in denen den Surturbrand begleitenden Tuffschichten und Sphärosideriten sehr wohl erhaltene Abdrücke von Blättern, Knospen, zarte Zweige und dünne Rinden gefunden hat, welche unmöglich von Amerika her zugeschwemmt worden sein können. Nur in gewissen Fällen mag die ältere Ansicht noch theilweise zulässig befunden werden; nämlich da, wo nur einzelne Lignitstämme ohne Begleitung von anderen Pflanzenresten in den Tuffen eingelagert sind.

Dass die Bäume (des Surturbrandes) an Ort und Stelle gewachsen sind, sagt Heer, und dass sie nicht aus weiter Ferne hergeschwemmt wurden, beweisen die

wohl erhaltenen Blätter und der Umstand, dass ausser diesen auch Früchte, Samen und Deckblätter derselben Baumarten gefunden werden; wie denn die Stämme und Zweige in der Regel noch mit ihren Rinden versehen sind. Treibhölzer haben fast immer ihre Rinde verloren, und alle weicheren, zarteren Organe, die sie anfangs gehabt haben mögen, sind verschwunden.

Es muss also eine in Island selbst an Ort und Stelle vegetirende Pflanzenwelt gewesen sein, von welcher der Surturbrand und die ihn begleitenden Pflanzenreste abstammen. Da nun die betreffenden Tuffschichten gar häufig von mächtigen Trappdecken überlagert werden, so ist man zu der Annahme genöthigt, dass die Eruptionen des Trappes durch einen sehr grossen Zeitraum mit längeren und kürzeren Pausen fortgedauert, und dass die vor und während einer längeren Pause abgesetzten Tuffschichten den Grund und Boden für die Entwickelung derjenigen Pflanzen abgegeben haben, deren Ueberreste sie umschliessen.

Dass übrigens die Ausbildung der Surturbrandlager bisweilen ganz nahe am Meeresspiegel Statt gefunden haben mag, diess beweist unter anderen das Vorkommen bei Halbjarnastadir, wo die unmittelbar unter dem Surturbrande liegenden Tuffschichten mit marinen Conchylien erfüllt sind. Dass sich endlich während der langen Periode der Trapp- und Tuff-Formation dergleichen pflanzenführende Ablagerungen zu verschiedenen Zeiten ausgebildet haben müssen, diess folgt theils aus der oft mehrfachen Wiederholung derselben in verschiedenen Höhen, theils aus dem sehr verschiedenen Niveau, in welchem sich die einzelnen Ablagerungen zu einander befinden. Es ist daher wohl möglich, dass die verschiedenen Surturbrandlager zu verschiedenen Epochen der tertiären Periode gebildet worden sind.

Die Braunkohle, sagt Sartorius, welche in Island nur ziemlich beschränkt vorkommt, gehört ohne Zweifel auch sehr verschiedenen Zeiten der tertiären Periode an; a. a. O. S. 66. Dasselbe Resultat ergiebt sich aus den nachfolgenden paläontologischen Untersuchungen von Oswald Heer und von Winkler.

Eine genaue Untersuchung der die Surturbrandlager begleitenden Pflanzenreste war jedenfalls eine höchst wichtige Aufgabe, welche denn auch von Oswald Heer, dem grossen Meister der Paläophytologie, glücklich gelöst worden ist, und zu äusserst interessanten Folgerungen geführt hat*).

Die bis jetzt bekannt gewordene tertiäre Flora Islands begreift nach Heer 37 Arten, von denen jedoch nur 31 sicher gedeutet werden können; unter diesen befinden sich drei Blattpilze und ein Equisetum, nämlich *Eq. Winkleri***).

Unter den Phanerogamen treten die Nadelhölzer am stärksten hervor, welche in 8 Arten erscheinen, von denen 7 der Gattung *Pinus* angehören, während *Araucarites Sternbergi* die häufigste Art ist; alle diese Nadelhölzer aber, so weit sie mit jetzt lebenden Arten verglichen werden können, sind von

*) *Flora tertiaria Helvetiae*, Band III, S. 316 ff.

**) Zu diesem Equisetum gehören wohl auch die gestreiften Stängel mit deutlichen Knoten, welche die einzelnen Glieder absondern, deren Sartorius vom Vopnafjord als Calamiten gedenkt; a. a. O. S. 75.

[illegible]amerikanischem Typus, und keine einzige Art entspricht einem euro[illegible]ischen Typus.

Die Monokotyledonen sind nur wenig vertreten; die Dikotyledo[illegible]n dagegen erscheinen zahlreich, und zwar als lauter strauch- und baum[illegible]ige Gewächse. Die Birken finden sich in schönen Blättern, Deckblättern, [illegible]chten und berindeten Zweigen als *Betula macrophylla*, *B. prisca*, *B. Forch[illegible]mmeri*; die durch die Tertiärformation Europas so weit verbreitete Erle, *Alnus [illegible]rsteinii*, ist bei Hredavatn in schönen Fruchtzapfen vorgekommen. Auffal[illegible]d bleibt es, dass von Weiden bisher nur eine Art, nämlich *Salix macro[illegible]lla*, gefunden wurde. Von Cupuliferen kennt man eine Haselnussart (*Corylus [illegible]sedentata*) und eine Eiche (*Quercus Olafseni*); von einer Ulme, *Ulmus diptera*, [illegible] mehrorts sehr schön erhaltene Blätter vorgekommen. Der am weitesten [illegible]breitete Baum war jedoch ein Ahorn, *Acer otopteryx*, dessen prächtige Früchte [illegible] schöne handförmige Blätter der damaligen isländischen Flora zum besonde[illegible] Schmucke gedient haben mögen. Aber auch eine Weinrebe, *Vitis islan[illegible]*, sehr ähnlich der *V. teutonica* und vielleicht nur eine Varietät derselben, Tulpenbaum (*Liriodendron Procaccinii*) sowie die in südlicheren Braun[illegible]bildungen gar häufige Wallnussart *Juglans bilinica* sind in den islän[illegible]schen Surturbrandschichten nachgewiesen worden.

Lassen wir die drei Blattpilze bei Seite, so sind überhaupt folgende 28 sicher [illegible]stimmte Pflanzenarten aufzuführen:

| | |
|---|---|
| *Equisetum Winkleri Heer* | *Betula macrophylla Göpp.* |
| *Araucarites Sternbergi Göpp.* | ..... *prisca Ett.* |
| *Pinus thulensis Steenst.* | ..... *Forchhammeri Heer* |
| .... *Martinsi Heer* | *Corylus grossedentata Heer* |
| .... *microsperma Heer* | *Quercus Olafseni Heer* |
| .... *aemula Heer* | *Ulmus diptera Steenst.* |
| .... *brachyptera Heer* | *Platanus aceroides Göpp.* |
| .... *Steenstrupiana Heer* | *Dombeyopsis islandica Heer* |
| .... *ingolfiana Steenst.* | *Acer otopteryx Göpp.* |
| *Sparganium valdense Heer* | *Vitis islandica Heer* |
| *Caulinites borealis Heer* | *Liriodendron Procaccinii Ung.* |
| *Carex redivivа Heer* | *Rhamnus Eridani Ung.* |
| *Salix macrophylla Heer* | *Rhus Brunneri Fisch.* |
| *Alnus Kefersteinii Göpp.* | *Juglans bilinica Ung.* |

Ueberblicken wir nun nochmals diese Flora, sagt Heer, so finden wir, dass von derjenigen des heutigen Island gänzlich verschieden ist. Während dort [illegible]enwärtig die Waldvegetation fast durchaus fehlt, und selbst die Birken und [illegible]eschen nur kümmerlich gedeihen*), so bestand damals der Wald aus 24

*) Preyer und Zirkel erwähnen in ihrer Reise nach Island einen Ebereschenbaum (*Sor[illegible] aucuparia*) in Akureyri an der Nordküste, von 25 Fuss Höhe, welcher zwar nur wie ein [illegible]ser Strauch gewachsen ist, dennoch aber als der grösste Baum auf der ganzen Insel [illegible]. Ein anderes Exemplar von 12 bis 14 Fuss Höhe, in Reykjavik, ist das einzige baum[illegible]ige Gewächs im westlichen Island. Oestlich von Akureyri am rechten Ufer der Fioskau [illegible] die Reisenden das seltene Vergnügen, durch einen isländischen Wald zu reiten; es [illegible] gewöhnliche Birken, von denen einzelne Stämme 15 bis 20 Fuss Höhe, und am Boden

verschiedenen Holzpflanzen mit vorwaltenden Coniferen. Unter den Laubhölzern treten allerdings die schon mehr nordischen Betulaceen in vier Arten auf; allein neben ihnen erscheint eine Platane, ein Nussbaum, ein Tulpenbaum, eine Eiche, ein Ahorn und eine Weinrebe. Schon Steenstrup hat auf den vorwaltend amerikanischen Charakter der isländischen Tertiärflora aufmerksam gemacht, während die jetzige isländische Flora einen durchaus europäischen Charakter besitzt.

Von den 31 genauer bestimmten isländischen Tertiärpflanzen finden sich 15 auch in der europäischen miocänen Flora; darunter 13 Holzgewächse, und zwar gerade diejenigen Arten, welche vorzugsweise die damaligen Wälder gebildet haben mögen. Die miocäne Waldflora Europas reichte also mit 13 Holzgewächsen bis nach Island hinauf; die tropischen und subtropischen Formen blieben jedoch zurück, und es drangen nur solche Arten so weit nach Norden vor, deren Typen jetzt in der gemässigten Zone zu Hause sind. Der Tulpenbaum, der Nussbaum, die Weinrebe und der *Araucarites Sternbergi* sind die südlichsten Typen der isländischen Miocänflora, welche etwa eine um 9° C. höhere Mitteltemperatur erfordern, als sie gegenwärtig für Island besteht.

Die pflanzenführenden Schichten nebst dem Surturbrande fallen also grössentheils in die miocäne Periode; dennoch glaubt Heer, dass sie nicht alle von gleichem Alter sind, sondern dass vielleicht die meisten untermiocän sind, während andere bis in die Oeninger Stufe hinaufgehen. Diese letztere Folgerung wird nun durch die marinen Tuffschichten vollkommen bestätigt, über welche namentlich Winkler sehr lehrreiche Mittheilungen gemacht hat.

### 2. Pliocäne muschelreiche Tuffe.

Die Vorkommnisse von solchen Tuffschichten, welche marine Conchylien enthalten, sind zwar in Island nicht zahlreich, aber um so wichtiger, weil sie ganz besonders geeignet sein dürften, uns über das relative Alter der betreffenden Schichten zu belehren. Eugène Robert sah dergleichen Tuffe an der Küste des Fjordes von Fossvogr bei Reykjavik. Sartorius gedenkt solcher Conchylienlager von mehren Orten; und Winkler, welcher sie zum Theil ausführlicher beschreibt, hat das besondere Verdienst, die Conchylien genau bestimmt zu haben.

An der Nordküste der Insel, zwischen dem Handelsplatze Husavik und dem Gehöfte Halbjarnastadir fand Sartorius ein Tufflager, welches unzählige, mit gelblichbraunen Kalkspathkrystallen erfüllte Conchylien beherbergt; über demselben folgt weiterhin eine schmale Schicht Surturbrand, welche sich auf eine kurze Strecke verfolgen lässt*). Dasselbe Vorkommen beschreibt Winkler genauer, wie folgt. Das Land fällt unter dem Gehöfte Halbjarnastadir 120 bis

eine Dicke von 1/2 Fuss erreichten. Dennoch unterliegt es keinem Zweifel, dass in früheren Zeiten die Waldungen in Island häufiger und ausgedehnter, und die Bäume grösser waren. Am Rande des von ihnen durchrittenen Waldes fanden die genannten Reisenden zahlreiche Stümpfe von vor langer Zeit gefällten Birken, welche 1 1/2 Fuss im Durchmesser hatten. Reise nach Island, S. 44, 172 und 178 ff.

*) Physisch-geographische Skizze von Island, S. 74 und 80; auch: über die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island, S. 298 u. 492.

Fuss tief schroff gegen das Meer ab; dieses steile Gehänge besteht aus zum il sandsteinähnlichen Tuffschichten, welche sehr reich an Conchylien sind; ahe bei dem Gehöfte ragen mächtige Bänke hervor, welche nur aus den len von *Cyprina islandica* bestehen. Weiter nördlich stecken im Tuffe vermte Holzstücke, worauf dann Trapp in kleinen Bänken folgt. Südlich gegen avik hin hören aber die Conchylien allmälig auf, und der Tuff erscheint als gelblichweisses schieferiges Gestein, welches aus hohlen Körnern wie aus er Bläschen besteht, und mit Pflanzenresten ganz erfüllt ist; hoch oben Rande des Gehänges liegt in diesem Schiefer eine zolldicke Lage von Surbrand *).

Das von Eugène Robert erwähnte Vorkommen bei Fossvogr unweit Reykk wurde auch von Sartorius beobachtet, und als Palagonittuff erkannt. h Winkler ist es eine, aus schlammigem und sandigem Tuffe mit Geröllen Geschieben verschiedener Trapparten bestehende, dem Trappe aufgelagerte e, welche die Muscheln und Schnecken beherbergt, die zwar mit dem amme erfüllt sind, aber ihren Perlmutterglanz noch erhalten haben **).

Bei dem Gehöfte Arnabäuli endlich, welches am rechten Ufer der Hvitau fünf Meilen südöstlich von Reykjavik liegt, fand Winkler am gegenüberaden Ufer eine 15 Fuss hohe Steilwand von Geröllen, und darunter einen en Letten, in welchem gleichfalls Conchylien vorkommen.

Von allen diesen Localitäten ist unstreitig Halbjarnastadir die wichtigste, sie allein 24 verschiedene Arten von Conchylien geliefert hat, weil diese chylien in ganz unzweifelhaften Tuffschichten vorkommen, und weil über n Tuffschichten einerseits Trappbänke, und anderseits pflanzenführende chten nebst einer schmalen Lage Surturbrand liegen.

Die von Winkler bei Halbjarnastadir gefundenen und bestimmten Conchylien d folgende:

| | |
|---|---|
| *Cyprina islandica Lin.* | *Panopaea norwegica Speng.* |
| ...... *rustica Sow.* | *Natica catena da Costa* |
| *Cardium echinatum Lin.* | ..... *clausa Brod.* |
| ...... *groenlandicum Chem.* | ..... *varians Duj.* |
| ...... *spec. indeterm.* | ..... *hemiclausa Sow.* |
| *Tellina ovata Sow.* | ..... *occlusa Wood* |
| *Tapes virginea Forb.* | ..... *Steenstrupiana Wink.* |
| *Astarte Hjaltalini Wink.* | *Trophon antiquum Müll.* |
| *Mya arenaria Lin.* | *Buccinum undatum Lin.* |
| *Corbulomya complanata Sow.* | *Planorbis spirorbis Müll.* |
| *Cyrtodaria siliqua Speng.* | *Clavatula turricula Montf.* |
| ........ *Heeri Wink.* | *Patella laevis Wink.* |

Diese Fauna ist eine nordische; viele Species leben noch jetzt in der Nordbei Island, Norwegen und England, und fast alle, mit Ausnahme der neuen Winkler aufgestellten Arten, finden sich auch in dem Crag von England. Tuff von Halbjarnastadir fällt also unzweifelhaft in die pliocäne Periode.

*) Island u. s. w., dargestellt von Winkler, S. 158.

**) Winkler a. a. O. S. 97 f. Sartorius, die vulk. Gest. in Sic. u. Island, S. 184.

Da nun dort über dem muschelführenden Tuffe andere Tuffschichten mit Pflanzenresten und Surturbrand liegen, so folgt hieraus, dass sich die Surturbrandbildung stellenweise bis in diese jüngste tertiäre Periode fortgesetzt hat.

Die wenigen Conchylien, welche Winkler von Fossvogr und Arnabäuli anführt, lassen es zweifelhaft, ob die betreffenden Schichten nicht schon der sogenannten Glacialperiode angehören.

### B. Tertiärformation in Grönland.

Wenn schon für Island die aus den fossilen Pflanzenresten geschöpften Beweise eines zur Miocänzeit viel wärmeren Klimas von grosser Bedeutung sind, so muss es unser Interesse in noch höherem Grade erregen, dieselbe Thatsache auch für einen um 5 Grad nördlicher gelegenen Punct Grönlands bewiesen zu sehen.

Bei Atanakerdluk in Grönland, unter dem 70. Grade nördlicher Breite, wurde vor einigen Jahren in einem eigenthümlichen, grossentheils aus Eisenoxyd und Eisenoxydul bestehenden Gesteine eine so reiche Niederlage von fossilen Pflanzen entdeckt, dass Heer dieselbe unter dem Namen des versteinerten Waldes von Atanakerdluk beschrieben hat. Ausser einer Fülle von Blättern finden sich Früchte, Samen, Zweige und Stämme, die letzteren zum Theil noch aufrecht stehend, weshalb es denn gar nicht bezweifelt werden kann, dass sich alle diese Pflanzenreste noch an oder nahe bei ihrem ursprünglichen Standorte befinden, und unmöglich aus fernen Gegenden zugeschwemmt worden sein können.

Heer führt von dort nicht weniger als 66 verschiedene Arten auf, von welchen 18 der Miocänformation Europas angehören; darunter befinden sich folgende 9 Arten, denen in beiden Etagen der miocänen Molasse eine sehr grosse Verbreitung zukommt:

*Sequoia Langsdorfii*
*Taxodium dubium*
*Phragmites oeningensis*
*Quercus drymeja*
*Planera Ungeri*
*Diospyros brachysepala*
*Andromeda protogaea*
*Rhamnus Eridani* und
*Juglans acuminata*

während andere Arten, wie z. B.

*Sequoia Couttsiae*
*Osmunda Heerii*
*Corylus Mac-Quarrii* und
*Populus Zaddachi*

nur in der unteren Etage bekannt sind.

Die Entdeckung dieser fossilen Flora ist eine Thatsache von grosser Wichtigkeit; denn sie beweist, dass sogar diese hocharktischen Gegenden Grönlands zur Zeit der Miocänperiode ein weit wärmeres Klima gehabt haben müssen, als heutzutage. Während dort jetzt kein Baum mehr zu finden ist, so verweisen uns die Pflanzenreste von Atanakerdluk auf eine Vegetation, wie sie gegenwärtig nur 10 bis 20 Breitengrade weiter südlich ihre Repräsentanten aufzuweisen hat. Dahin gehören z. B. die Gattungen *Sequoia* und *Salisburea*, vier Arten von Eichen, darunter die immergrüne *Quercus drymeja* und die grossblätterige *Q. groenlandica;* ferner *Platanus aceroides*, *Magnolia Inglefeldi*,

*Juglans acuminata*, die immergrüne *Prunus Scottii*, *Planera Ungeri* u. a.; dazu kommen noch Haselsträucher, Epheu, Andromeda und Farnkräuter, auch *Zamites arcticus*, *Daphnogene Kanii* und die ganz eigenthümliche *Mac-Clintockia*, eine Proteacee, welche in drei verschiedenen Arten vorkommt. Diess und die grosse Menge, in welcher diese Pflanzenreste angehäuft sind, beweist wohl zur Genüge, dass damals in Grönland eine recht üppige Vegetation existirt haben muss.

### §. 478. *Tertiärformation der Insel Java* *).

Lange war man der Ansicht, dass Java nur von vulcanischen Gesteinen gebildet werde, und dass sedimentäre Formationen dort so gut wie gar nicht vorhanden seien. Diess ist aber keineswegs der Fall. Schon Hardie sprach es aus, dass in Java ausser vulcanischen auch tertiäre Bildungen vorkommen, welche letztere die Insel ringsum einfassen **). Nach Junghuhn aber bestehen wenigstens $^3/_5$ des ganzen Areals der Insel aus tertiären Gesteinen, welche die grosse Vulcanreihe derselben sowohl auf der Nordseite als auch auf der Südseite umgeben. Die nördliche Zone dieser Gesteine ist jedoch weit schmäler und niedriger, dabei weit weniger gestört in ihren Lagerungsverhältnissen, als die südliche Zone; auch wird sie gegen die Küste hin von neueren Alluvialbildungen bedeckt, unter denen sie wahrscheinlich weit nach Norden fortsetzt. Viel bedeutender erscheint die Tertiärformation in der südlichen Zone, sowohl nach ihrer horizontalen Verbreitung als auch nach ihrer Höhe, indem sie dort von der Südküste nach Norden allmälig bis zu 2000 und 4000, ja am Fusse der Vulcane Patua, Tilu und Wajang bis zu 5000 und 6000 Fuss über den Meeresspiegel aufsteigt. Rechnet man alle diejenigen Gegenden hinzu, wo die Oberfläche aus aufgeschwemmtem Lande besteht, so kann man behaupten, dass $^4/_5$ der ganzen Insel von sedimentären Schichten gebildet werden, und nur $^1/_5$ derselben die eigentlichen Vulcane begreift.

Junghuhn findet es wahrscheinlich, dass dieselbe Tertiärformation auch auf Sumatra, Labuan, Celebes, Borneo und Timor, also überhaupt auf einem Raume fast so gross wie ganz Europa verbreitet ist. Dass die Nikobaren gleichfalls grossentheils aus tertiären Gesteinen bestehen, diess ist durch die dänische Expedition der Galathea bekannt und durch v. Hochstetter bestätigt worden.

Eigentlich sind auf Java zwei verschiedene Tertiärformationen zu unterscheiden, von denen die jüngere, wesentlich aus Kalkstein bestehende, der älteren discordant und meist horizontal aufgelagert ist.

#### A. Aeltere Tertiärformation Javas.

Diese grosse Tertiärformation besteht hauptsächlich aus Thonen, Mergeln und Sandsteinen, sowie aus Conglomeraten, zu welchen letzteren

*) Wir entlehnen den Inhalt dieses Paragraphen hauptsächlich aus Junghuhns ausserordentlich reichhaltigem Werke: Java, seine Gestalt, Pflanzendecke und innere Bauart, übersetzt von Hasskarl, B. III, 2. Ausgabe, 1857.

**) Hardie, im *Bull. de la soc. géol.* vol. 4, 1834, p. 218 ff.

Bruchstücke vulcanischer Gesteine das Material geliefert haben. Aber auch die übrigen Gesteine dürften nach v. Richthofen ihr Material grossentheils von Vulcanen bezogen haben, und als pelitische oder psammitische Trachyttuffe zu betrachten sein, welche ja so häufig einen thonigen, mergelartigen oder sandsteinähnlichen Habitus zeigen *).

Bald kommen in einer und derselben Gegend alle diese verschiedenen Gesteine vor, indem sie schichtenweise mit einander abwechseln; bald sind sie einzeln so mächtig entwickelt, dass nur eine Gesteinsart in derselben Gegend vorwaltet.

In den nördlich von Kebumen und Begalen liegenden Bergen findet z. B. eine beständige Wechsellagerung von hellfarbigen, zum Theil kreideweissen Mergeln, Thonen und Sandsteinen Statt; auch in den mittleren Gegenden von Bantam und in den südlichen Gegenden von Tjidamar ist ein kreideweisser Thonmergel sehr verbreitet, welcher jedoch einer jüngeren Bildung anzugehören scheint.

In anderen Gegenden, wie in den Bergen auf der Westseite des Tji-Tandui-Thales kommen harte hellgrüne Sandsteine von mittlerem Korne vor, welche bald dünnplattenförmig, bald mächtig geschichtet sind, und mit feinen dunkelgrünen Thonbänken und Mergeln abwechseln. In noch anderen Gegenden, wie in den nördlichen Zügen der Centralkette Gunung-Kendeng, ist ein blaulichgrauer, fester, aber leicht verwitternder kalkhaltiger Sandstein mit Zwischenschichten eines gleichfarbigen bituminösen Thones vorherrschend; dieser Sandstein ist stellenweise sehr reich an Conchylien. Ein ganz ähnlicher Sandstein mit zahlreichen Petrefacten ist in den westlichen Gegenden von Süd-Bantam sehr verbreitet.

Anderwärts, wie in den südlichen Landschaften der Districte Djampang-tengah und Djampang-kulon, sieht man fast nichts, als einen bräunlich- oder graulichgelben, mürben, sandigen mit Conchylien erfüllten Kalkmergel; wogegen im südwestlichen Theile von Djampang-kulon ganz harte, spröde, klingende Thone und Mergel sowie quarzitähnliche Sandsteine erscheinen; welche ganz andere Beschaffenheit zuweilen 3 bis 4 Meilen weit fortsetzt, ohne dass irgend ein eruptives Gestein in der Nähe ist. Wo die kalkfreien Sandsteine mit Schieferthonen und Kohlenflötzen wechseln, da erinnert der ganze Schichtencomplex weit mehr an die Steinkohlenformation, als an eine tertiäre Bildung. Nur selten finden sich zwischen den Sandsteinschichten einzelne Lagen eines aus kleinen Quarz- und Hornsteingeröllen bestehenden Conglomerates. Dagegen kommen Conglomerate vulcanischer Gesteine, regelmässig eingelagert zwischen den übrigen Schichten oft in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit vor, wie diess Junghuhn (a. a. O. S. 123 ff.) an mehren Beispielen nachweist; während nur nesterartig angehäufte, oder auch ganz isolirte vulcanische Gesteinstrümmer in den Sandsteinen und Mergeln an vielen Orten angetroffen werden.

Im Allgemeinen gehören weiche gelbliche Mergel, mürbe thonige Sandsteine und Thone zu den gewöhnlichen Gesteinen. Die Sandsteine zeigen in vielen Gegenden eine concretionäre Structur, indem sie faust- bis kopfgrosse Kugeln von concentrisch-schaliger Absonderung enthalten, welche bisweilen ganze Schichten zusammensetzen, wie z. B. in der Schlucht des Tji-Awi-tali (im Districte Tjidamar), wo sie sogar 2 bis 4 Fuss im Durchmesser erreichen, oder

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 14, 1862, S. 334 f.; doch werden wir im Folgenden die von Junghuhn gebrauchten Worte Thon, Mergel und Sandstein beibehalten.

östlich davon bei dem Dorfe Tji-Ngumbut, wo sie zwar kleiner sind, aber viele Muscheln umschliessen.

Von accessorischen Mineralien kommen vor: Pyrit, sehr häufig; Schwefel, als Imprägnation einer Sandsteinschicht im Gebirge Karang-bolong; Retinit oder ein ähnliches Harz, besonders häufig in Begleitung der Kohlennester, welche sich im Gebiete des kalkhaltigen Sandsteins*) finden; sowie kleine Nester und Adern von Kohle, welche letztere oftmals (auch in den marinen Schichten) in der Form von bis 3 Fuss langen platt gedrückten Stammstücken erscheint, die wahrscheinlich als Treibholz zugefluthet worden sind. Endlich finden sich auch Fragmente von verkieselten Baumstämmen und Aesten.

Zu den wichtigsten untergeordneten Gliedern dieser Tertiärformation gehören die Kohlenflötze, welche bisweilen in grosser Anzahl vorkommen, und eine compacte, pechschwarze Kohle von muschligem, stark glänzendem Bruche führen, die der Steinkohle weit ähnlicher erscheint, als der Braunkohle; doch finden sich auch Flötze, deren Kohle den europäischen tertiären Pechkohlen oder Ligniten gleicht. So streichen bei Bodjong-manik, im Innern der Residenz Bantam, im Bette der Bäche Tji-Biuk und Tji-Serna, zwischen Sandstein- und Thonschichten von 25° nördlichem Fallen mehre derartige Flötze aus, welche 3 bis 5 Fuss mächtig sind.

Während diese Flötze schon früher bekannt waren, sind alle folgenden erst seit dem Jahre 1846 von Junghuhn entdeckt worden. Nahe der Südküste, im Innern des Tji-Siki-Thales, enthalten die steil und oft senkrecht aufgerichteten, auch mehr oder weniger verworfenen Thon- und Sandsteinschichten an 18 verschiedene Flötze von 1½ bis 6 (gewöhnlich von 3 bis 4) Fuss Mächtigkeit. An derselben Südküste in der Nähe des Tji-Madur, besonders an dem fast nur aus Sandstein bestehenden Gunung-Madur, kennt man 27 Flötze, welche meist stark aufgerichtet und von 1 bis 5 Fuss mächtig sind; und in der Nähe des Tji-Sawarna sind 12 Flötze von ähnlichen Verhältnissen bekannt. Überhaupt finden sich bauwürdige Kohlenflötze nur in diesen östlichsten Küstengegenden von Süd-Bantam, zwischen dem Tji-Ara und Tji-Sawarna, wo die quarzigen, nicht kalkhaltigen und fossilfreien Sandsteine vorwalten**); während in denjenigen Gegenden, wo kalkhaltige Sandsteine mit Conchylien vorherrschen, nur Nester und Schmitzen von Kohle vorzukommen pflegen.

Die Mächtigkeit dieser ganzen Tertiärformation wird von Junghuhn aus der Tiefe verschiedener Erosions-Thäler zu 700 bis 1670 Fuss berechnet, aus der Höhe der Bruchränder und steilen Küstenwände aber, sowie aus anderen Verhältnissen auf 2000 bis 3000 Fuss erschlossen.

Was die Lagerungs-Verhältnisse betrifft, so sind solche, namentlich in der breiten südlichen Zone, äusserst manchfaltig. Bald liegen die Schichten

* Bei Selogambe ist ein dergleichen Sandstein von tausenden feiner Adern und Einsprenglingen dieses Harzes erfüllt.

** Diese vielen und vortrefflichen Kohlenflötze von Süd-Bantam lagen nach v. Hochstetter noch im Jahre 1858 bergmännisch ununtersucht und unbenutzt. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, B. 9, 1858, S. 292.

über grosse Flächen fast ganz horizontal, wie in Nord- und Central-Bantam, oder, in noch weit grösserem Maassstabe, in den Districten Tjidamar und Djampang-kulon, wo das Land ein von tiefen, gewundenen Erosions-Thälern mit fast horizontaler Sohle durchschnittenes Plateau darstellt. Bald zeigen die Schichten eine geringe, absatzweise sich wiederholende Erhebung, wobei das Land entweder in verschiedenen Stufen, oder auch, bei etwas steilerer Schichtenstellung, in vielen hinter einander fortlaufenden Halbsatteln aufsteigt. Bald aber hebt sich das ganze Schichtensystem von der Südküste aus nach Norden gleichmässig und steiler, und wird von vielen nordsüdlich streichenden, parallelen Spaltenthälern durchschnitten; in diesem Falle endigt bisweilen die Formation auch an ihrer Nordseite plötzlich mit steilen Wänden, wie z. B. sehr auffallend am Gunung-Brengbreng, wo der steile und bis über 1300 Fuss hohe Absturz mehre Tagereisen weit an der Gränze der Districte Tjidamar und Djampang hinzieht. Bald ist das ganze Schichtensystem in lauter colossale Schollen zertrümmert, welche in den verschiedensten aber oft sehr steilen Lagen hinter einander aufgerichtet sind; ja bisweilen stehen diese Schollen fast durchaus senkrecht und parallel, so dass die Ausstriche der Schichten wie die Ränder von vertical gestellten Bretern neben einander hinlaufen. Und so kommen noch manche andere Lagerungs-Verhältnisse vor, welche auf die gewaltsamen und grossartigen Störungen verweisen, denen diese Tertiärformation lange nach ihrer Bildung unterworfen gewesen sein muss.

Da auch die tiefsten Thäler gewöhnlich bis auf ihren Grund lediglich die Schichten der Tertiärformation ausgenagt sind, so bietet sich nur selten Gelegenheit dar, unter diesen Schichten andere Gesteine anstehend zu beobachten. Junghuhn hat bei seinen ausgedehnten Untersuchungen nur vier Puncte gefunden, an welchen vulcanische Gesteine in grösserer Ausdehnung unter den Tertiärschichten hervortreten*).

Bei dem Dorfe Sawangang, in der Schlucht des Baches Keling, sieht man am rechten Ufer bis zu 20° aufgerichtete Thon- nnd Sandsteinschichten, deren abgebrochene Köpfe ein steiles Gehänge bilden, während das linke Ufer bis in das Bachbett von einem hellgrauen Mandelsteine mit Calcit- und Zeolithmandeln sowie mit einzelnen Sanidinkrystallen gebildet wird, dessen ebene Oberfläche den gegenüberliegenden Schichten parallel abfällt und in gleichförmig liegende, 2 bis 3 Fuss mächtige Bänke abgesondert ist. Weiter abwärts treten unter diesem Mandelsteine wieder neptunische Schichten zu Tage aus.

In der westlichen Gegend des Districtes Karang schneiden die beiden Schluchten des Tji-Balo und Tji-Patudja 470 Fuss tief in die tertiären Schichten ein; im der Sohle derselben steht aber ein oberflächlich grauer, im frischen Bruche bläulicher, feinkörniger, sehr harter Trachyt an.

Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in der Schlucht des Tji-Upi, neben dem Dorfe Kolemperes in Mittel-Tjidamar, wo ein weicher, feiner, mit Muscheln erfüllter Sandstein bis auf ein vulcanisches Gestein durchschnitten worden ist, welches in dem Bachbette ansteht.

Endlich ist auch in den Schluchten des Tji-Kaso und Tji-Soro, an der Gränze von Djampang-tengah und Diampang-kulon, ein schmutziggelber, lockerer, körnig-

*) Junghuhn, a. a. O. S. 18 f.

poröser, mit Conchylien, Korallen und Foraminiferen erfüllter Kalkstein 300 bis 400 Fuss tief ausgenagt bis auf die Bachsohlen, wo eine schwärzlichblaue, theils mit Blasenräumen, theils mit Sanidinkrystallen versehene Lava von ausserordentlich unebener und höckeriger Oberfläche hervortritt.

Junghuhn ist geneigt, alle diese Vorkommnisse nicht sowohl als die Unterlage der ganzen Tertiärformation, sondern nur als Einlagerungen innerhalb derselben zu betrachten, welche durch verschiedene, während der tertiären Periode eingetretene Lava-Eruptionen geliefert worden sind. Im Allgemeinen aber und in den meisten Gegenden bilden alle tertiäre Schichten ein einziges, ununterbrochenes, in stetiger und ungestörter Aufeinanderfolge abgesetztes Schichtensystem.

Da nun die mit marinen Conchylien erfüllten Schichten stellenweise über den kohlen- und pflanzenführenden Schichten liegen, so folgt nothwendig, dass während und nach der tertiären Periode abwechselnd Hebungen über, und Senkungen unter den Meeresspiegel eingetreten sind. Das ausgezeichnetste Beispiel der Art findet sich am Nordabfalle des vorhin erwähnten Gunung-Brengbreng. Dort kommt bei dem Dorfe Dugu, in 580 Fuss Höhe über dem Meeresspiegel, ein Kohlenflötz vor, über welchem 390 Fuss höher bei Tandjung eine der pflanzenreichsten Schichten Java's gelagert ist; diese letztere aber wird noch 940 Fuss hoch von anderen Schichten bedeckt, in denen sich zahlreiche marine Conchylien finden *). Ob nun überhaupt die kohlenführenden Schichten eine untere, und die conchylienführenden Schichten eine obere Abtheilung der ganzen Formation bilden, wie es am Gunung-Brengbreng der Fall zu sein scheint, darüber werden wohl erst speciellere Aufnahmen entscheiden können; einige Bemerkungen Junghuhns machen es schon sehr wahrscheinlich, und auch v. Hochstetter glaubt das kohlenführende Schichtensystem als die untere Gruppe, die conchylienführenden Schichten dagegen als Glieder zweier oberen Gruppen betrachten zu können, wobei er allerdings die pflanzenreiche Schicht von Tandjung in der obersten Gruppe vermuthet **).

Die organischen Ueberreste dieser älteren Tertiärformation sind theils Landpflanzen theils Meeresconchylien. Zu den ersteren gehören besonders die zahlreichen Kohlenflötze, während andere, deutlich erkennbare Pflanzenreste bisher nur an wenigen Orten gefunden worden sind ***). Junghuhn führt nur drei Localitäten auf. Die wichtigste liegt, wie so eben erwähnt wurde, bei dem Dorfe Tandjung am Steilabfalle des Gunung-Brengbreng; es ist eine 15 Fuss mächtige, dunkelgraue, erdige Tuffschicht, welche sehr scharfe Abdrücke von Blättern, auch Zweige und Wurzeln enthält; die zweite Localität

*) Junghuhn, S. 98 f. Noch wird S. 65 in Betreff dieser Stelle die Notiz mitgetheilt, dass in dem unmittelbar über der Kohle liegenden Mergelthone unbestimmbare Bivalven, höher hinauf aber ganze Schichten von glatten Bivalven vorkommen, bis endlich die pflanzenführende Schicht folgt. Sind diese Bivalven vielleicht Süsswassermuscheln?

**) Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 9, S. 293 f.

***) Wenn dereinst Kohlenbergbau betrieben werden sollte, so lässt sich wohl erwarten, dass auch in der Nähe der Kohlenflötze viele Pflanzenreste gefunden werden dürften, wie diess nach den Untersuchungen von De-Groot auf der Insel Borneo der Fall ist.

bei dem Dorfe Pesawahan hat in einem gelblichbraunen thonigen Mergel nur einige Blätter, und die dritte bei dem Dorfe Selogambe nur verkohlte cylindrische Früchte geliefert. Ausserdem kommen häufig verkieselte oder auch verkohlte Fragmente von Baumstämmen vor.

Göppert, welcher alle diese Pflanzenreste einer gründlichen Untersuchung unterwarf, hat überhaupt 39 verschiedene Arten, darunter einen Blattpilz und drei dikotyledone Holzarten, übrigens 35 Arten von Blättern erkannt, beschrieben und abgebildet *). Unter den letzteren sind besonders die Gattungen *Ameroneuron*, *Piperites*, *Quercus*, *Daphnogene* (oder *Cinnamomum*), *Laurophyllum*, *Apocynophyllum*, *Magnoliastrum* und *Celastrophyllum* vertreten. Aus einer genauen Vergleichung mit der jetzigen Flora der Insel Java ergab sich nun das merkwürdige Resultat, dass fast für jedes einigermaassen vollständig erhaltene Blatt auch eine analoge Blattform lebender Arten nachgewiesen werden konnte. Was die Stämme betrifft, so liessen sich nur wahre Dikotyledonen-Hölzer, aber keine Coniferenhölzer erkennen, wie schon die früheren Untersuchungen von Nicol und Junghuhn gezeigt hatten; ebenso werden Stämme von Palmen und baumartigen Farnen gänzlich vermisst.

Die grosse Analogie dieser vorweltlichen Flora Java's mit der jetzigen berechtigt zu der Vermuthung, dass das Klima dieser dem Aequator so nahe liegenden Insel während der betreffenden tertiären Periode schon ziemlich dasselbe gewesen sein möge, wie heutzutage **). Göppert, welcher diese Periode anfangs für eocän erklärte ***), lässt es später unentschieden, welcher tertiären Periode die Formation angehören mag. Als das Endresultat seiner Untersuchungen stellt er den Satz auf, dass die sonst in der Tertiärformation Europas, Asias und Nordamerikas so häufigen Coniferen in dieser tropischen Tertiärflora noch nicht entdeckt worden sind, und dass solche Flora schon eine auffallende Verwandtschaft mit der gegenwärtigen Javaner Flora zeigt, ja dass manche Arten sogar mit denen der letzteren identisch zu sein scheinen.

Weit reichhaltiger als die Flora, ist die marine Fauna dieser älteren Javaner Tertiärformation, indem die mergelartigen und sandsteinähnlichen Tuffe stellenweise eine ganz ausserordentliche Menge von Conchylien enthalten, zu denen sich nicht wenige Echinodermen, Korallen und Foraminiferen gesellen, so dass die Gesammtzahl der von Junghuhn gesammelten Arten auf 500 ver-

---

*) In seinem Werke: Die Tertiärflora der Insel Java, Haag, 1854. Eine kurze Uebersicht der Resultate gab er später im Neuen Jahrb. für Min. 1864, S. 177 ff.

**) Montley, welcher die tertiären Braunkohlenbildungen von Borneo und Sumatra untersuchte, fand gleichfalls die fossilen Pflanzen den jetzt dort lebenden sehr nahe verwandt, ja einige sogar identisch; die Baumstämme gehörten ausschliesslich Dikotyledonen an.

***) In seinem vorhin genannten Werke. Auch v. Hochstetter, der berühmte Erforscher Neuseelands, welcher sich während seines Aufenthaltes auf Java über die dortigen Verhältnisse möglichst orientirte, schloss sich dieser Ansicht an; Heer dagegen verweist die Javaner Pflanzenreste in die pliocäne Periode.

schlagt werden kann. Junghuhn führt 25 Localitäten an, wo dergleichen ...ilien vorkommen, unter denen sich jedoch manche befinden, welche auf ...ere Bildungen zu beziehen sind; auch macht er viele Gattungen namhaft, ...ährend nur wenige Species nach vorläufigen Bestimmungen von Herklots ge...nt werden.

Zu diesen letzteren gehören von Mollusken die folgenden*):

Brachiopoden.

*Terebratula bisinuata Lam.*

Conchiferen.

*Pinna margaritacea Lam.*
*Modiola lithophaga Desh.*
*...... subcarinata Lam.*
*Chama gigas Desh.*
*Arca diluvii Lam.*
*Cardium granulosum Lam.*
*Cytherea sulcataria Desh.*
*Cyprina scutellaris Desh.*
*Lucina concentrica Lam.*
*. ... uncinata Desh.*
*Tellina scalarioides Lam.*

Gastropoden.

*Patella costaria Desh.*
*Bulla lignaria Lam.*
*Ampullaria acuminata Lam.*
*Natica glaucinoides Desh.*
*Sigaretus canaliculatus Desh.*
*Magilus antiquus Lam.*
*Solarium marginatum Desh.*
*....... plicatulum Desh.*
*Trochus monilifer Desh.*
*...... agglutinans Desh.*
*...... mitratus Desh.*
*Turritella fasciata Desh.*
*Cerithium plicatulum Desh.*
*....... convolutum Desh.*
*....... rusticum Desh.*
*....... serratum Brug.*
*Cancellaria elegans Desh.*
*Fusus subcarinatus Desh.*
*Fusus abbreviatus Desh.*
*.... minax Lam.*
*.... polygonus Desh.*
*Pyrula reticulata Lam.*
*Triton pyraster Desh.*
*Murex trunculus Brocc.*
*Strombus coronatus Defr.*
*Cassis cancellata Desh.*
*.... texta Bronn*
*Buccinum costulatum Brocc.*
*Mitra scrobiculata Defr.*
*Ancillaria dubia Desh.*
*....... buccinoides Lam.*
*Terebellum convolutum Lam.*
*Oliva Branderi Sow.*
*Conus diversiformis Desh.*
*.... sulciferus Desh.*

Junghuhn giebt zwar auch grosse Nummuliten an; allein v. Richthofen bemerkt, dass die eigentliche Nummulitenformation auf Java nicht existirt, und dass wohl gewisse häufig vorkommende Orbituliten für Nummuliten gehalten worden sein mögen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 14, S. 357.

Schon Junghuhn erkannte, dass die Mollusken der Javaner Sedimentformationen theils noch jetzt lebenden, theils ausgestorbenen Species angehören, ...s aber keine dieser letzteren auf die Formation der Kreide oder auf eine

*) Wir geben die Namen dieser Species so, wie sie von Junghuhn a. a. O. S. 62 aufgeführt worden sind. Wahrscheinlich werden manche derselben durch die weiteren Untersuchungen von Herklots eine Berichtigung erfahren, wie denn auch sehr viele neue Species zu erwarten sind.

noch ältere Formation bezogen werden könne. Er folgerte daraus das tertiäre Alter, ohne sich jedoch auf eine nähere Bestimmung der Periode einzulassen, welcher eine vollständige Bearbeitung der Fossilien nothwendig vorausgehen müsse.

Da nun das in Aussicht gestellte paläontologische Werk von Herklots bis jetzt noch nicht erschienen ist, so können wir der Folgerung Junghuhns nur noch die nachstehenden Bemerkungen hinzufügen.

Deshayes fand unter 20, von Hardie ihm mitgetheilten Conchylien 10, welche noch gegenwärtig im indischen Meere leben, und vermuthete daher, dass diese Formation pliocän sei*).

Ein ausgezeichneter Geolog, Ferdinand v. Richthofen, welcher Java im Jahre 1861 besuchte, spricht sich über die Fauna der dortigen älteren Tertiärformation folgendermaassen aus. »Diese Fauna scheint sich zu der jetzt an der Südküste von Java lebenden ungefähr so zu verhalten, wie diejenige unserer (europäischen) Miocänschichten zu der Fauna des atlantischen Meeres. Auch der Erhaltungszustand erinnert an unsere mitteltertiären Versteinerungen; manche Schalen zeigen noch eine Spur ihrer Farbenzeichnung;« und weiterhin: »ich glaube mit Bestimmtheit, dass diese trachytischen Sedimente der mittleren Tertiärperiode, oder überhaupt dem jüngeren Theile der tertiären Periode angehören; dafür spricht nicht nur das Alter, welches die Trachyte selbst überall haben, sondern auch die auffallende Aehnlichkeit der eingeschlossenen mit der jetzt an der Küste lebenden Fauna, sowie der ganze Erhaltungszustand der Fossilien und die Beschaffenheit der Gesteine**).«

Jenkins beschrieb 22 Molluskenspecies aus den Schichten des Gunung-Sela, bei Selogambe an der Südseite des Vulcans Tjerimai, von denen aber nur 16 genau bestimmt werden konnten. Von diesen gehören 3 zu noch lebenden Species, woraus er denn folgert, dass jene Schichten den miocänen Bildungen von Wien und Bordeaux verglichen werden können***).

### B. Neueste Tertiärformation Javas.

Ausser der bisher geschilderten, wahrscheinlich miocänen Formation, welche einen so wesentlichen Antheil an dem Aufbau der Insel Java nimmt, spielt daselbst auch eine jüngere Formation eine nicht unbedeutende Rolle.

Sie besteht hauptsächlich aus einem hellgelben, weissen oder hellgrauen, dichten, harten Kalksteine, welcher meist Nester und Trümer von Kalkspath, auch marine Conchylien und Korallen enthält, bald deutlich, bald gar nicht geschichtet, den miocänen Schichten aber niemals eingelagert, sondern mit discordanter Schichtung aufgelagert ist; weshalb er denn ein selbständiges jüngstes Glied der dortigen Tertiärformation darstellt. Er zeigt eine bedeutende Verbreitung, und erreicht stellenweise eine Mächtigkeit von 400 Fuss und darüber.

---

*) *Bull. de la soc. géol.* vol. 4, 1834, p. 217.

**) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 14, 1862, S. 335 f.

***) *The Quarterly Journ. of the geol. soc.* vol. 20, 1863, p. 64.

Dieser Kalkstein erscheint theils in grösseren, bisweilen meilenweit fortsetzenden Ablagerungen, theils in einzelnen zerstückelten Ueberresten von oft sehr grottesker und abenteuerlicher Felsbildung, weil er als die neueste, oberflächliche Bildung sehr bedeutenden Erosionen unterworfen gewesen ist. An den Thalgehängen und an der Meeresküste fällt er oft in senkrechten Wänden ab, während er auf seiner Oberfläche bisweilen, wie besonders bei Tanglar, zu vielen tausenden, dicht neben einander liegenden, 30 bis 50 Fuss hohen runden Hügeln ausgenagt ist. Durch die Atmosphärilien und den Wellenschlag erhält er eine sehr cavernose Oberfläche, zwischen deren Vertiefungen sich zahlreiche kleine Zacken und Spitzen erheben. Auch ist er reich an wunderbar gekrümmten, weit fortlaufenden Höhlen und Spalten, in welchen die Bäche oft auf lange Strecken einen unterirdischen Weg gefunden haben, und Tausende von Fledermäusen nisten.

In manchen Gegenden wird dieser Kalkstein durch einen kalkigen Mergel oder auch durch einen blaulichgrauen kalkigen Sandstein vertreten.

Ob aber der weisse, kreideähnliche Mergel (oder Thonstein), welcher in den nördlichen und mittleren Gegenden der Residenz Bantam so ausserordentlich verbreitet ist, zu dieser Formation gehört, diess erscheint noch zweifelhaft, wiewohl er gleichfalls in discordanter und horizontaler Lagerung über den Schichten der älteren Formation liegt. Er ist bis mehre hundert Fuss mächtig, fast ganz ungeschichtet, und ausgezeichnet durch zahlreiche Quarzkrystalle, welche in allen Bachbetten und Wegen einen glänzenden Sand liefern. Da dieser sogenannte Mergel sehr gewöhnlich kleine Brocken von Trachyt, Dolerit und Lava enthält, so ist er wohl als eine vulcanische Tuffbildung zu betrachten*). Junghuhn, a. a. O. S. 134 ff.

Von der Küste aus steigt diese Kalksteinbildung allmälig landeinwärts auf, und erreicht in der Preanger Regentschaft die grössten Höhen von 1000 bis 1600 Fuss über dem Meeresspiegel.

Obgleich Junghuhn wiederholt das Vorkommen vieler Conchylien und Korallen in diesem Kalksteine erwähnt, so lässt sich doch nicht mit Bestimmtheit erkennen, welche der von ihm überhaupt aufgeführten Fossilien hierher gehören. Indessen beweisen schon die Lagerungs-Verhältnisse, dass dieser Kalkstein als eine neuere, und wahrscheinlich pliocäne Bildung zu betrachten ist.

### §. 179. *Tertiärformationen in Nordamerika.*

In Nordamerika kennt man Tertiärformationen sowohl im Osten, auf der atlantischen Seite, als auch im Westen, auf den Abhängen der Rockygebirge und an den Küsten von Californien, Oregon, Vancouver und Britisch-Columbien.

* Vielleicht steht damit die graue Mergelschicht (oder Tuffschicht) in Verbindung, welche bei Bodjong-manik und Bodjong-mangku unmittelbar über den dortigen steil aufgerichteten kohlenführenden Schichten abgelagert und mit verkieselten Baumstämmen dermassen erfüllt ist, dass sie ein förmliches Lager von Dendrolithen bildet. Junghuhn, a. a. O. S. 134.

Auf der Seite des atlantischen Meeres beginnen diese Bildungen nach Hitchcock auf den Inseln Nantucket und Martha's Vineyard im Staate Massachusetts, von wo sie sich südwärts über Long-Island durch New-Jersey, Maryland, Virginia und Nordcarolina, anfangs in einer schmalen, dann in einer immer breiteren Küstenzone, von Südcarolina aus aber durch Georgia, Alabama, Mississippi, Louisiana und Texas in einer 100 bis 200 engl. Meilen breiten Zone ausdehnen, auch im Mississippithale hinauf bis nach Illinois erstrecken. Auch sind auf den östlichen Plateaus und Abhängen der Rockygebirge tertiäre Süsswasserbildungen ausserordentlich verbreitet*).

Die Gesteine dieser Tertiärformationen sind im Allgemeinen Sand und Sandsteine, Thone, Mergel, verschiedene Kalksteine, auch stellenweise sogenannter Buhrstone, ein poröser und zelliger Quarzit, Diatomeenpelite und Foraminiferen-Kalksteine; die Thon- und Sandschichten enthalten oft Lager von Braunkohle oder Lignit.

Nach ihren Lagerungs-Verhältnissen und organischen Ueberresten werden auch in Nordamerika eocäne, miocäne und pliocäne Tertiärbildungen unterschieden; ob sich ein Analogon der europäischen oligocänen Bildungen dort gleichfalls vorfindet, diess wird durch künftige Untersuchungen zu ermitteln sein.

### A. Eocäne Tertiärbildungen Nordamerikas.

Sie finden sich in New-Jersey, Maryland, Virginia, Nord- und Süd-Carolina, und in allen Staaten an der Nordseite des mexicanischen Meerbusens, auch am östlichen Abfalle der Rockygebirge an den Zuflüssen des oberen Missouri. Sie enthalten nur Ueberreste von ausgestorbenen, oder jetzt nicht mehr lebenden Thieren und Pflanzen, und sind besonders in den Tertiärschichten von Claiborne in Alabama, sowie in den Schichten von Jackson und Vicksburg im Staate Mississippi sehr deutlich entwickelt. Man hat versucht, sie als untere, mittlere und obere Eocänbildungen zu unterscheiden.

#### 1. Untere Eocänbildungen.

Die untere Abtheilung der eocänen Formation wird besonders durch die Ablagerungen von Claiborne, im südlichen Theile von Alabama, repräsentirt. Dieselben bestehen von unten nach oben aus Thon mit Lignit, aus Mergel mit vielen Austern und einem Zwischenlager von mergeligem Kalkstein, sowie aus muschelführendem Sande; die gesammte Mächtigkeit beträgt etwa 125 Fuss. In anderen Gegenden erscheinen zum Theil ganz andere Gesteine, wie denn überhaupt die petrographische Beschaffenheit und die Mächtigkeit in verschiedenen Gegenden mehr oder weniger verschieden sind. So liegt z. B. bei Charleston in Südcarolina zu unterst Buhrstone 400 Fuss mächtig; darüber weisser

*) Indem wir uns nur auf die östlichen Regionen beschränken, entlehnen wir das Folgende aus der lehrreichen Schilderung, welche Dana in seinem trefflichen *Manual of Geology*, 1863, p. 506 ff. gegeben hat.

Kalkstein und Mergel, die sogenannten Santee-beds; derselbe Buhrstone findet sich auch in Alabama und in Georgia.

Im nördlichen Theile des Staates Mississippi beginnt die Formation mit einer aus Thon und Sand bestehenden Lignitbildung, über welcher Sandstein vom Alter der Claiborne-Schichten, und zuletzt Kalkstein nebst weissen und blaulichen Mergeln folgen; das Ganze ist etwa 425 Fuss mächtig. Auch in Tennessee sind es vorwaltend Sand- und Thonschichten, welche nach oben Lignitflötze enthalten, und eine Mächtigkeit von 600 bis 700 Fuss erreichen.

In den oberen Gegenden des Missouri, bei Fort Clarke und Fort Union, sowie von dort aus weit hinein nach Nebraska und nach dem britischen Amerika breitet sich eine an 2000 Fuss mächtige Lignitformation aus, welche an ihrer Basis bisweilen Schalen von brackischen und limnischen Conchylien enthält. Auch im Staate Vermont findet sich bei Brandon eine an fossilen Früchten*) sehr reiche Lignitablagerung, welche Conrad für untereocän zu halten geneigt ist.

Ueber die organischen Ueberreste dieser, theils aus marinen, theils aus Süsswasser-Schichten bestehenden ältesten eocänen Bildungen ist etwa Folgendes zu bemerken.

Die Pflanzenreste, welche in den Lignitbildungen des Staates Mississippi und der oberen Missourigegenden vorkommen, erinnern nach den Untersuchungen von Lesquereux und Newberry weit mehr an die Flora der miocänen, als an jene der eocänen Schichten Europas; ja sie erinnern zum Theil an die jetzige nordamerikanische Flora. Man kann daher kaum der Folgerung ausweichen, dass das Pflanzenreich in Nordamerika schon während der eocänen Periode einen Entwickelungs-Typus erreicht habe, wie er in Europa erst während jüngerer Perioden aufgetreten ist**).

In der That finden sich schon in diesen ältesten Tertiärschichten Nordamerikas die Coniferen-Gattungen *Thuja*, *Sequoia*, *Taxodium* und *Glyptostrobus*, dazu die angiospermen Gattungen: *Cinnamomum*, *Smilax*, *Magnolia*, *Terminalia*, *Rhamnus*, *Olea*, *Rhus*, *Cornus*, *Salisburia*, *Laurus*, *Ficus*, *Sapindus*, *Carpinus*, *Acer*, *Populus*, *Quercus* u. a. Auch die fossilen Pflanzen von Vancouver und Britisch-Columbia fand Oswald Heer sehr ähnlich und zum Theil identisch mit europäischen Formen der Miocänformation.

Die thierischen Ueberreste bestehen in Conchylien, Korallen und Fischzähnen: von den ersteren kennt man viele Species, welche besonders bei Claiborne vorkommen, aber, mit sehr wenigen Ausnahmen, verschieden von denen in Europa bekannten eocänen Species sind***). *Cardita planicosta* und (nach

*) Diese Früchte, unter denen *Carpolithes brandonensis* besonders häufig vorkommt, sind von Lesquereux genauer untersucht und bestimmt worden.

**) Ein ähnliches Verhältniss zeigt auch die Flora der nordamerikanischen Kreideformation, welche der tertiären Flora Europas sehr nahe verwandt ist. Vergl. Marcou, im *Bull. de la soc. géol. de France*, [2], t. 24, 1866, p. 56 ff.

***) Neuerdings sind im Staate New-Jersey, bei Longbranch und am Sharke-River, Mergel nachgewiesen worden, welche *Nautilus ziczac Sow.*, *N. Lamarcki Desh*, auch Früchte von *Nipadites* und *Mimosites* enthalten, und daher von Conrad für ein Aequivalent des englischen Londonthons gehalten werden.

Lyell) *Solarium canaliculatum* finden sich wie in Europa; *Ostrea sellaefo*
*Conr.* vertritt die europäische *Ostrea flabellula.* Die häufigsten Fischzähne st
men von *Lamna elegans* und *Notidanus primigenius.*

Als charakteristische Mollusken-Species führt Dana die folgenden auf:

| | |
|---|---|
| *Ostrea sellaeformis Conr.* | *Corbula gibbosa Lea* |
| ..... *divaricata Lea* | *Turritella carinata Lea* |
| ..... *vomer Orb.* | *Rostellaria velata Conr.* |
| ..... *panda Mort.* | *Pseudoliva vetusta Conr.* |
| *Pecten Lyelli Lea* | *Orbis rotella Lea* |
| *Crassatella alta Conr.* | *Natica aetites Conr.* |
| *Astarte Conradi Dana* | *Anolax gigantea Lea* |
| *Cardita planicosta Desh.* | *Olivella alabamensis* |
| ..... *Blandingii* | *Marginella larvata Conr.* |
| ..... *rotunda Conr.* | *Voluta petrosa Conr.* |
| *Cardium Nicolleti Conr.* | *Nautilites Vanuxemi Conr.* |

Aus den brackischen Schichten in den oberen Missourigegenden sind b
ders die von Meek und Hayden bestimmten Conchylien *Corbula mactriformis,*
*bicula intermedia, Unio priscus, Vivipara retusa, V. Leai* und *Melania nebrasc*
sowie Ueberreste von mehren Schildkröten und einem Krokodile zu erwähnen.

2. Mittlere Eocänbildungen.

Zu ihnen gehören besonders die bei Jackson, in der Mitte des St
Mississippi auftretenden Bildungen, welche nach unten aus lignitführenden '
nen, nach oben aus weissen und blaulichen, sehr fossilreichen Mergeln b
hen. Das überhaupt nur 80 Fuss mächtige Schichtensystem durchsetzt
ganzen Staat als eine schmale, von WNW. nach OSO. verlaufende Zone, w
auch nach Alabama hinein gegen Claiborne fortsetzt, und noch in Georgia
Südcarolina vorhanden ist.

Die thierischen Ueberreste dieser Jacksongruppe bestehen aus Kor
(besonders *Flabellum Warlesii Conr.* und *Endopachys Maclurii Lea*), aus Ecl
dermen der Gattungen *Hemiaster* und *Clypeaster*, aus vielen Mollusken,
Haifischzähnen sowie aus Knochen und Zähnen von *Zeuglodon cetoides.* D
letztere walähnliche Säugethier erreichte eine Länge von 70 Fuss; seine W
finden sich bis anderthalb Fuss lang und einen Fuss dick, und waren früh
Alabama so reichlich verstreut, dass sie zu Mauern verwendet oder auch
brannt wurden, um nur die Felder von ihnen zu säubern. Ueberhaupt fi
sich die Ueberreste dieses Zeuglodon nicht nur in Alabama und Mississippi,
dern auch in Georgia und Südcarolina.

Als charakteristische Mollusken-Species nennt Dana die folgenden:

| | |
|---|---|
| *Cardita planicosta Desh.* | **Psammobia lintea Conr.* |
| *..... *rotunda Conr.* | **Navicula lima Conr.* |
| *Cardium Nicolleti Conr.* | *Rostellaria velata Conr.* |
| *Corbula bicarinata Conr.* | *Cypraea fenestralis Conr.* |
| *Leda multilineata Conr.* | *...... *lintea Conr.* |
| **Callista sobrina Conr.* | *...... *sphaeroides Conr.* |
| ..... *imitabilis Conr.* | *Conus tortilis Conr.* |
| **Mactra funerata Conr.* | *Gastridium vetustum Conr.* |

*Mitra Millingtoni Conr.*
*. . . . dumosa Conr.*
*Voluta dumosa Conr.*
**Natica vicksburgensis Conr.*
**Turbinella Wilsoni Conr.*
**Dentalium mississippiense Conr.*

Die mit einem Sterne bezeichneten Arten kommen auch in der folgenden Gruppe ı Vicksburg vor.

3. Obere Eocänbildungen.

Sie werden durch die Vicksburggruppe repräsentirt, welche ihren n nach der Stadt Vicksburg am Mississippi erhalten hat, wo sie am schön- ıufgeschlossen ist. Sie besteht daselbst von unten nach oben aus lignit- em Thone (20 Fuss), aus dem eisenschüssigen und sehr fossilreichen Ge- · des Red-Bluff (12 Fuss), sowie endlich aus dichten Kalksteinen und blau- auen Mergeln, welche 80 Fuss mächtig sind, und gleichfalls marine Con- n umschliessen. Dieses Schichtensystem setzt durch den Staat Mississippi ıe schmale Zone, welche auf der Südseite der Jacksongruppe hinzieht, und inem 150 Fuss mächtigen, aus Thon, Sand und Sandstein nebst Lignit- ı und Gyps bestehenden Schichtensysteme bedeckt wird, das im südlichen ı des Staates eine grosse Verbreitung gewinnt.

Dieselbe Gruppe kennt man aber auch in Alabama, wo sie bei St. Stephens lich von Claiborne) am Flusse Tombeckbee ein steiles Kalksteinufer bildet; r an der Tampa-Bay in Florida, sowie an den Flüssen Ashley und Cooper dcarolina, wo sie als ein grauer, mit Foraminiferen erfüllter Mergel aus- let ist. Dieser Mergel bildet nach Bailey den Untergrund von Charleston, ich er dort von einer mächtigen neueren Sandbildung überlagert wird; 10 bis 236 Fuss Tiefe finden sich die Foraminiferen in ungeheurer Menge n einem trefflichen Zustande der Erhaltung; tiefer hinab wird das Gestein er, und die Foraminiferen erscheinen weniger deutlich. Die Unterlage von den oben erwähnten Santeebeds gebildet, welche zugleich mit dem niniferen-Mergel eine Mächtigkeit von 600 bis 700 Fuss erlangen; am Coo- sse, 35 bis 38 engl. Meilen von Charleston, streichen diese Mergel zu aus.

Unter diesen Foraminiferen ist besonders *Orbitoides Mantelli*, eine den Num- len sehr ähnliche Art hervorzuheben, welche äusserst zahlreich vorkommt, früher die Annahme einer Nummulitenformation in Nordamerika veranlasste.

Als charakteristische Fossilien der Vicksburggruppe werden von Dana die genden namhaft gemacht:

*Oculina mississippiensis*
*. . . . . vicksburgensis*
*Turbinolia caulifera*
*Clypeaster Lyelli*
*Ostrea georgiana*
*. . . . . vicksburgensis*
*Pecten Poulsoni*
*Arca mississippiensis*
*Navicula mississippiensis*
*. . . . . . lima*
*Cardium diversum*
*Crassatella mississippiensis*
*Panopaea oblongata*
*Fulgoraria mississippiensis*
*Natica vicksburgensis*
*Dentalium mississippiense*

azu kommen noch 12 Arten von *Pleurotoma*, 4 Arten von *Triton*, 5 Arten von *Mitra* u. s. w.

### B. Miocäne Tertiärbildungen Nordamerikas.

Auch in der miocänen Abtheilung der nordamerikanischen Tertiärformation begegnen wir theils Süsswasserbildungen, theils Meeresbildungen, von denen die ersteren auf dem östlichen Abfalle der Rockygebirge, die letzteren in den westlichen atlantischen Staaten verbreitet sind.

In den oberen Gegenden des Missouri, am White-River, am Niobrara und von dort bis zum Platte-River, also im Territorium Nebraska, kennt man ein bis 1000 Fuss mächtiges System von Süsswasserschichten, welches aus weissen und gelblichgrauen Thonen mit untergeordneten Sandsteinen und Kalksteinen besteht, von Meek und Hayden die White-River-Gruppe genannt worden ist, und nach Leidy schon der Miocänformation angehört, während es von Anderen noch als eocän betrachtet wird.

Diese Gruppe ist ausgezeichnet durch die grosse Menge von Knochen vorweltlicher Säugethiere, welche sie enthält. Nach den Bestimmungen von Leidy finden sich die Ueberreste von 8 Carnivoren, 25 Herbivoren und 4 Nagethieren. Unter den Herbivoren ist besonders das *Titanotherium Proutii* zu erwähnen, welches den Anoplotherien der europäischen Tertiärformation nahe verwandt ist, aber zweimal so gross war, als das jetzige Pferd; Evans sah ein Skelet dieses Thieres von 18 Fuss Länge und 9 Fuss Höhe, sowie eine 5 Fuss lange Kinnlade.

Andere erwähnenswerthe Species sind das *Rhinoceros occidentalis* und das *R. nebrascensis*, von welchen das erstere dreiviertel, das zweite nur halb so gross war, als das ostindische Rhinoceros; auch die neue Gattung *Oreodon*, ein zwischen Reh, Kameel und Schwein mitten inne stehendes Thier. Ausser den Säugethieren kommen auch Ueberreste verschiedener Schildkröten vor.

Die marinen Miocänbildungen treten an der atlantischen Küste und von da landeinwärts in bedeutender Verbreitung auf; sie beginnen auf den beiden zu Massachusetts gehörigen Inseln Nantucket und Martha's Vineyard, ziehen durch New-Jersey, Delaware und, auf beiden Seiten der Chesapeake-Bay sich ausbreitend, durch Maryland nach Virginia, wo sie bei Yorktown, Suffolk, Smithfield, Richmond und anderen Orten bekannt sind; von dort aus lassen sie sich noch durch Nordcarolina bis nach Südcarolina verfolgen; ihre grösste Verbreitung erreichen sie nach Conrad in Virginia und Nordcarolina.

Der ganze von ihnen gebildete Landstrich stellt eine flache, über das Meer nur wenig aufsteigende, fast horizontale Ebene dar, welche jedoch von zahlreichen Schrunden und Schluchten durchrissen ist, die in die weiteren Flussthäler einmünden.

Da diese Bildungen bei Yorktown in Virginia ganz besonders entwickelt sind, so werden sie unter dem Namen Yorktown-beds aufgeführt; und da sich unter ihren organischen Ueberresten bereits 15 bis 30 Procent von noch gegenwärtig lebenden Species vorfinden, so verweist man sie in die miocäne Periode.

Die Gesteine sind verschieden in verschiedenen Gegenden. Am Gay-Head auf Vineyard finden sich blaulichgraue, auch bunte, roth und weiss gestreifte

se sowie weisser Quarzsand als besonders vorwaltende Materialien; dazu len sich dunkelgrüner, glaukonitischer, an Fossilien vorzüglich reicher l, und eisenschüssiger Sand mit nuss- bis kopfgrossen Concretionen von seisenerz *).

Am James-River in Virginia erscheinen die Schichten stellenweise als förm-Muschellager, welche abwechselnd über einander von Pecten- und Austern-en, oder von Chamaschalen gebildet werden. Die Muscheln sind meist mit em Sande, bisweilen mit Thon gemengt; nur das unterste Lager besteht grünem glaukonitischem Sande und blaulichgrauem Thone, welche mit heln ganz erfüllt sind; und dieses Lager ist es besonders, welches in Vir-und Maryland für agronomische Zwecke benutzt wird, weil sowohl die heln als auch der Glaukonit den Feldboden verbessern **). In anderen Ge-n treten wiederum andere Gesteine auf.

Eine der merkwürdigsten Ablagerungen Virginia's bildet das Diatomeenlager Richmond, welches stellenweise 30 Fuss mächtig ist, und sich von der ng-Bay am Chesapeake über Richmond bis jenseits Petersburg erstreckt, ch W. Rogers bis an die Südgränze des Staates verfolgen lässt. Ehrenberg Bailey haben in diesem Lager gegen hundert verschiedene Species von Kie-nzern nebst einigen Polycystinen nachgewiesen.

Die Conchylien der Yorkstown-beds bestehen grösstentheils aus Conchiferen, lche meist sehr gut erhalten sind, und in den Muschelbänken oft noch mit bei-n geschlossenen Klappen gefunden werden. Als charakteristische Species rden von Dana die folgenden genannt:

| | |
|---|---|
| *Ostrea virginica Lam.* | *Cardium virginianum Conr.* |
| *Anomia Ruffini Conr.* | *Venus deformis Say* |
| *Pecten decenarius Conr.* | .... *capax Conr.* |
| ..... *virginianus Conr.* | .... *mercenaria Lam.* |
| ..... *concentricus Say* | .... *cancellata Sow.* |
| *Chama corticosa Conr.* | *Crepidula costata Mort.* |
| *Arca centenaria Say* | *Oliva litterata Lam.* |
| *Mactra lateralis Say* | *Nassa trivittata Say* |
| *Yoldia limatula Say* | *Turritella alticostata Conr.* |

ch *Callista Sayana* und *Lunatia heros.* Dazu gesellen sich Zähne von *Carcharodon galodon, Galeocerdo latidens, Hemipristis serra, Oxyrhina hastalis,* sowie Knochen n *Balaena prisca, B. palaeatlantica, Delphinus Conradi* und *Phoca Wymani.*

### C. Pliocäne Tertiärbildungen Nordamerikas.

Diese jüngsten Ablagerungen der tertiären Periode sind bis jetzt als Meeres-ngen nur in Nord- und Südcarolina, als Süsswasserbildungen in den oberen nden des Missouri bekannt, weshalb es scheint, dass der nordamerikanische tinent während der pliocänen Periode in seiner östlichen Hälfte schon sehr e die gegenwärtige Ausdehnung und Begränzung besass.

Da in Südcarolina die betreffenden Schichten besonders in der Gegend von ter und Darlington auftreten, so werden sie dort unter dem Namen der

*) Hitchcock, *Report on the Geology of Massachusetts;* 1833, p. 184.

**) W. Rogers, *Report on the Reconnoissance of the State of Virginia,* 1836, p. 13 f.

Sumter-beds aufgeführt; weiter südlich reichen sie nur bis an den Fl
Edisto. Sie erscheinen als Sand, Thon und Lehm, welche in den Vertiefun
des, aus älteren Tertiärschichten oder aus der Kreideformation bestehende
tergrundes abgelagert sind; nach Tuomey und Holmes enthalten sie unter ih
Fossilien die Ueberreste von 40 bis 60 Procent noch jetzt lebender Species, w
halb sie als pliocäne Bildungen betrachtet werden.

Als charakteristische Mollusken nennt Dana die folgenden Species:

| | |
|---|---|
| *Pecten Mortoni Rav.* | *Cypraea carolinensis Conr.* |
| *Janira hemicyclica Rav.* | ...... *pediculus Lam.* |
| *Arca hians Tuom.* | *Conus adversarius Conr.* |
| ... *lienosa Say* | *Fasciolaria distans Lam.* |
| *Galeodia Hodgii Conr.* | *Busycon Conradi Tuom.* |

Auch finden sich mehre Species von Echinodermen, dergleichen in den mioc
Schichten der Yorktowngruppe nicht bekannt sind; von Säugethieren kennt
die Ueberreste eines *Mastodon* und einer Hirschart.

Die vorhin erwähnte White-River-Gruppe des Territoriums Nebraska w
von einer jüngeren, gleichfalls limnischen Formation überlagert, welche
vom Loup-Fork des Platte-River südwärts über diesen Fluss, und nordw
bis an den Niobrara erstreckt, 300 bis 400 Fuss mächtig ist und von Meek
Hayden die Loup-River-Gruppe genannt wurde. Diese Gruppe ent
nicht nur Land- und Süsswasser-Conchylien, sondern auch in ihren obe
Schichten sehr zahlreiche Ueberreste von Säugethieren, welche von Leidy
stimmt und auf 27 verschiedene Species bezogen worden sind. Nach dem C
rakter aller dieser Fossilien vermuthet man, dass auch diese Gruppe der p
cänen Periode angehört.

Unter den Säugethieren finden sich drei Arten von Kameel, welche Gat
in Amerika weder vorher lebte, noch gegenwärtig existirt; ein Rhinoceros,
gross wie das jetzige ostindische; ein Mastodon; ein Elephant, grösser
irgend eine bekannte Art; 4 bis 5 Arten aus der Familie des Pferdes, und versd
dene Arten von *Cervus*, *Canis*, *Felis* und *Castor*. Die meisten dieser Thiere sc
einen auffallend orientalischen Charakter besitzen.

---

## Nachtrag zu Seite 121.

### §. 480. *Die Bohnerzformation.*

Zum Schlusse unserer Betrachtung der Tertiärformationen müssen wir n
einen Gegenstand nachholen, welcher eigentlich seine richtige Stelle im fünf
Kapitel gefunden haben würde, aber bei der Redaction desselben überse
worden ist. Es ist diess die im südwestlichen Teutschland, in der nördlic
Schweiz und im östlichen Frankreich vorkommende Bohnerzformation
welche allerdings der tertiären Periode anheimfällt.

*) Der von Thurman vorgeschlagene Name *terrain sidérolithique* ist wohl nicht
zweckmässig, weil Montfort schon im Jahre 1808 das Wort *Siderolites* oder *Siderolithus*
Bezeichnung einer Foraminiferen-Gattung verwendet hatte.

Obgleich die Bohnerz-Ablagerungen wohl nirgends über grosse Landstriche in stetiger Ausdehnung erscheinen, sondern meist nur auf kleinere Räume beschränkt sind, so treten sie doch an so vielen und oft nahe gelegenen Puncten auf, dass sie in ihrer Gesammtheit einen nicht unwichtigen Antheil an der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste nehmen. So finden sie sich nach Leffner in Europa vom nördlichen Frankreich in ostsüdöstlicher Richtung bis nach Illyrien, von wo sie durch die Türkei und Kleinasien bis nach Persien verfolgt werden können. In Frankreich verbreiten sie sich aus den Départements der Maas und der Mosel durch die Départements der Meurthe, der Vogesen, der Haute-Saône und der Côte d'or in die des Doubs und des Jura; auch in der Cevenne, im Languedoc und in der Provence, sowie in den Départements des Tarn und der Garonne, des Tarn und von Vaucluse bis gegen Nizza hin sind sie bekannt. In der Schweiz begleiten sie den ganzen Jura, vom Canton Genf durch das Waadtland, durch Neuchatel, Bern, Solothurn und Basel bis nach Belfort. Eben so erscheinen sie im schwäbisch-fränkischen Jura von Schaffhausen bis gegen Regensburg, im Becken des Rheinthals bei Kandern, Hagenau und Weissenburg; im Mainzer Becken und über Soden und Bergen bis gegen Kassel; ferner in Steiermark, in Ober-Krain, am Karst, in Illyrien, Dalmatien und in der Krimm. Man kennt sie also in Europa innerhalb eines Landstrichs von mehr als 150 Meilen Länge.

Das für diese Bildungen so charakteristische Bohnerz besteht aus runden, meist dichten, bisweilen concentrisch-schaligen Körnern von unreinem Brauneisenerz *), welche gewöhnlich die Grösse einer Erbse oder Haselnuss besitzen, und nur selten viel grösser werden. Bisweilen zeigen diese Erze einen kleinen Gehalt von Schwefel, Phosphor, Arsen oder Vanadin. Desungeachtet liefern sie gewöhnlich ein gutes Material zur Eisenproduction, welches 30 bis 44 Procent Roheisen ausgiebt, weshalb sie in vielen Gegenden einen wichtigen Gegenstand des Bergbaues bilden.

Das diese Erzkörner umschliessende Gestein besteht vorwaltend aus einem mehr oder weniger fetten, rothen, braunen oder gelben, selten grünlichblauen oder weissen, oft gefleckten oder gestreiften Thone; nächstdem aus gleichfarbigen Sandschichten, welche dem Thone gewöhnlich untergeordnet sind. Innerhalb dieser Gesteine liegen nun die Bohnerze theils einzeln eingestreut, theils zu Nestern und kleinen Stöcken concentrirt, welche letztere meist 3 bis 6 Fuss mächtig sind, und nur selten bis zu 18 und 20 Fuss anschwellen. Die Erze erscheinen besonders nach unten sehr angehäuft, während sie nach oben immer seltener werden, bis endlich nur Thon und Sand zu beobachten sind. Untergeordnete Kalksteinbänke mit Fossilien einer tertiären Süsswasserfauna gehören zu den selteneren Vorkommnissen.

Von accessorischen Bestandtheilen finden sich in dem Thone nur

*) Nur selten, wie nach Berthier im Dép. der Haute Saône, und nach Walchner bei Kandern in Baden, kommen Körner vor, welche aus einem wasserhaltigen Silicate von Eisenoxydul bestehen.

hier und da Gypskrystalle, selten runde, concentrisch schalige Pyritkörner, wie bei Mietesheim und Neuburg im Elsass*). Als accessorische Bestandmassen erscheinen besonders häufig Knollen von Jaspis, Hornstein und Chalcedon, nicht selten auch Nieren von Brauneisenerz, sowie Nester, Trümer und Anflüge von schwarzem Manganerz, selten Trümer von Fasergyps. Auch Fragmente und Gerölle von Kalkstein kommen bald mehr bald weniger häufig vor, so dass die ganze Masse oft ein sehr buntscheckiges Ansehen erhält. Zu den fremdartigen Einschlüssen gehören auch Korallen und Conchylien der benachbarten Formationen, sowie Zähne und Knochen von Säugethieren, auch kleine, rundliche Brocken von verkieseltem, mit Eisenoxyd imprägnirtem Coniferenholz, wie mehrorts im Elsass**).

Die Mächtigkeit dieser erzführenden Ablagerungen ist ausserordentlich verschieden, weil sie von den Formen und Dimensionen der Ablagerungsräume selbst abhängt; auch ist sie sehr abwechselnd an verschiedenen Stellen einer und derselben Ablagerung; doch kann sie in einzelnen Fällen bis 200 und 300 Fuss steigen. Eine regelmässige Schichtung ist nur selten zu beobachten; häufig aber findet eine regellose Zerklüftung Statt, wobei die Kluftwände als Rutsch- und Spiegelflächen ausgebildet zu sein pflegen.

Sehr merkwürdig sind die Lagerungsformen dieser Bohnerzgebilde, von denen besonders zwei unterschieden werden müssen; dabei ist es hervorzuheben, dass sich die Bohnerz-Ablagerungen wohl immer nur in Kalksteingebirgen vorfinden, und dass es besonders die Trias-, Lias-, Jura- und Kreideformation sind, in deren Gebieten sie auftreten.

Die eine Lagerungsform ist die in flötzartig weit ausgedehnten, muldenförmig gelagerten Decken, welche über den älteren Gebirgen oder auch in Thalsohlen ausgebreitet sind, und theils von jüngeren tertiären, theils von quartären Bildungen bedeckt werden. Dergleichen Decken zeigen eine sehr wechselnde, aber stellenweise eine weit über 100 Fuss betragende Mächtigkeit; sie erfüllen alle Vertiefungen und überziehen alle Erhöhungen ihres oft sehr unregelmässig gestalteten Untergrundes, dessen Unebenheiten durch sie völlig ausgeglichen werden.

Die andere Lagerungsform zeigt eine sehr grosse Manchfaltigkeit der Gestaltung, indem die Bohnerzgebilde bald kesselförmige oder trichterförmige Gesenke, bald brunnen- oder schachtähnliche Schlünde, bald sehr verschiedenartig gestaltete Höhlenräume und Spaltenräume derjenigen älteren Gesteine ausfüllen, in deren Gebiete sie vorkommen. Die Wände dieser Räume erscheinen ausgewaschen, abgerundet, gefurcht, zernagt und zerfressen; ihr Gestein ist oft krystallinisch geworden, und umschliesst bisweilen selbst einzelne Bohnerzkörner, welche mehr oder weniger tiefe Eindrücke gebildet haben. In anderen Fällen sind diese Wände mit Kieselsäure imprägnirt, so dass sie am Stahle Funken geben, oder mit Roth- und Brauneisenerz überzogen, oder auch mit Kalksinter überkleidet.

*) Daubrée, *Description géol. et minér. du Dép. du Bas Rhin*, 1852, p. 288.
**) Daubrée, a. a. O. p. 290 f.

Wesentlich verschieden, sagt Achenbach*), sind die am südöstlichen Fusse der Alb und im Rheinthale zwischen Kandern und Mühlheim verbreiteten Ablagerungen von denjenigen, welche auf dem Plateau der Alb vorkommen.

Die Lagerstätten am südöstlichen Fusse der Alb breiten sich über den beiden oberen Etagen der weissen Juraformation aus; ihre 60 bis 100 Fuss mächtigen Lager bestehen aus buntem, mehr oder weniger sandigem Thone, dessen Erzgehalt mit zunehmender Tiefe von 8 bis zu 25 Procent des Volumens steigt; Fossilien kommen in ihnen nicht vor. Ganz ähnlich verhalten sich die Bohnerz-Lagerstätten im südlichen Baden, zwischen Mühlheim und Kandern.

Die Lagerstätten auf dem Plateau der Alb dagegen erfüllen Spalten, Höhlen und andere Vertiefungen in den drei oberen Etagen der weissen Juraformation. Diejenigen, welche innerhalb des Plattenkalksteins liegen, bilden meist senkrecht niedersetzende, cylindrische Gebirgsglieder, von 10 bis 60 Fuss Durchmesser, sogenannte Kessel, von kreisrundem, oder elliptischem Querschnitte, die auch in Spalten auslaufen, durch welche sie oft in Verbindung gesetzt werden, so dass sie ganze Züge oder Gruppen bilden. Da sie durch den Bergbau gewöhnlich nur 30 bis 50 Fuss tief verfolgt werden, so weiss man nichts Bestimmtes über ihr Verhalten in der Tiefe. Ihr Nebengestein ist von Rinnen und Löchern durchzogen und an allen Kanten abgerundet; die Ausfüllung besteht aus buntem, mehr oder weniger sandigem Thon mit Bohnerz, welches in der Tiefe immer reichlicher wird. Die Lagerstätten, welche im massigen und geschichteten Kalkstein (in den Etagen ε und δ) auftreten, erscheinen als Ausfüllungen von Spalten, Kesseln oder Höhlenräumen, welche bald senkrecht, bald schräg in die Tiefe niedersetzen, wobei sich die Spalten oft bedeutend erweitern; in ihrem Verlaufe sind sie oft S-förmig oder hakenförmig gekrümmt, und sie kommen meist in grosser Anzahl gruppenförmig beisammen vor. Ihre Ausfüllung besteht aus verschiedentlich gefärbtem Thone und aus Bohnerz, welche bald durch einander gemengt, bald streifenweise oder auch in horizontalen Schichten gesondert sind.

Was die organischen Ueberreste betrifft, welche in den Bohnerzlagerstätten vorkommen, so müssen zuvörderst die aus älteren Formationen eingeschwemmten Korallen, Echinodermen und Conchylien von den übrigen Fossilien getrennt werden. Die ersteren sind nur als ganz zufällige, und für die eigentliche Altersbestimmung der Bohnerze fast bedeutungslose Vorkommnisse zu betrachten, indem sie uns, ebenso wie die eingeschwemmten Geschiebe, nur darüber belehren, dass die Bohnerz-Ablagerungen jedenfalls jünger sein müssen, als diejenigen Formationen, auf und in welchen sie liegen, und aus welchen jene Fossilien und Geschiebe abstammen.

Anders verhält es sich mit denjenigen organischen Ueberresten, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit oder mit Gewissheit als die Reliquien einer gleichzeitigen Thier- und Pflanzenwelt zu betrachten sind; und dahin gehören besonders die stellenweise recht zahlreichen Knochen und Zähne vorweltlicher Säugethiere und Reptilien.

In den Bohnerzgruben von Neuhausen bei Tuttlingen fanden sich schon vor längerer Zeit Ueberreste von *Anoplotherium* und *Palaeotherium*, zugleich mit Knochen von Hirschen und Pferden. Bei Salmendingen, auf der Höhe der rauhen Alb kamen viele Knochen und Zähne von *Palaeotherium*, *Lophiodon*, *Mastodon*,

*) In seiner Abhandlung über die Bohnerze auf dem südwestlichen Plateau der Alb; Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 15. Jahrgang, 1859, S. 102 ff.

*Rhinoceros tichorhinus*, *Elephas primigenius* und anderen, zum Theil neueren Thieren vor, welche ebenso wie die Neuhausener von Jäger im Jahre 1835 beschrieben wurden*). Bei Frohnstetten in Hohenzollern wurden im Jahre 1851 in den Bohnerzen reiche Lagerstätten von Paläotherien- und Anoplotherienresten entdeckt. Alle diese Ueberreste sind nun freilich ebenfalls als eingeschwemmte Vorkommnisse zu betrachten; sie geben aber sicheres Zeugniss dafür, dass die Bohnerzgebilde mindestens in die tertiäre Periode zu verweisen sind.

Diese Folgerung wird schon dadurch bestätigt, dass nach Sandberger bei Kandern, Schliengen und Auggen in Baden die Bohnerze von einem Kalksandsteine mit *Ostrea callifera* überlagert werden; sie ist aber durch die in der Schweiz beobachteten Thatsachen über allen Zweifel erhoben worden. Auch dort wird das Bohnerz an vielen Orten durch die Molasse bedeckt; wie z. B. bei Flurlingen am rechten Rheinufer, bei Metzendorf und in Delsberg**). An mehren Orten aber, nämlich am Mauremont bei Lasarraz, bei Saint-Loup, bei Delsberg, bei Egerkingen und bei Obergösgen (3 Stunden unterhalb Egerkingen am linken Aarufer) hat man in den Bohnerzen zahlreiche Knochen und Zähne gefunden, meist zerbrochen und durch einander geworfen, dennoch aber so wohl erhalten, dass sie nicht aus grosser Entfernung zugeschwemmt worden sein können.

Nach Heer***) kennt man bis jetzt die Ueberreste von 49 Säugethieren und 12 Reptilien. Die letzteren sind schwer zu bestimmen, doch wurden ein Krokodil, eine Riesenschlange, mehre Schildkröten und ein paar Eidechsen erkannt. Wichtiger sind die Säugethiere, unter denen sich 24 Pachydermen, 12 Wiederkäuer, 8 Raubthiere, 4 Nagethiere und ein Vierhänder befinden. Von den Pachydermen sind besonders die Paläotherien und Lophiodonten zu beachten; so z. B. *Palaeotherium magnum*, *P. medium*, *P. crassum*, *P. latum*, *Lophiodon medius*, *L. tapiroides* und *L. buxovillanus*, das *Tachitherium siderolithicum Rütim.* stand mitten inne zwischen dem Tapir und Pferde. Unter den Wiederkäuern sind vorzüglich *Anoplotherium commune* und *Xiphodon gracile* zu erwähnen; unter den Nagethieren ein Eichhörnchen und eine Schrotmaus, unter den Raubthieren eine *Viverra*, ein fuchsartiges Thier (*Cynodon*), ein paar Arten von *Amphicyon* und eine Fledermaus. Das merkwürdigste Thier von Egerkingen ist jedoch ein Affe, *Caenopithecus lemuroides Rütim.*, von welchem ein Oberkiefer mit drei Backzähnen gefunden wurde.

Von Pflanzenresten hat Greppin in der Bohnerzbildung bei Delsberg einige Charafrüchte, nämlich *Chara helicteres* und *Chara Greppini* entdeckt.

Die Säugethiere, deren Ueberreste genannt wurden, sind grossentheils identisch mit jenen des pariser Gypses; Greppin hat daher zuerst die Ansicht aufgestellt, dass die schweizer Bohnerzbildung gleichalterig mit dieser Süss-

* Jäger, über die fossilen Säugethiere, welche in Württemberg aufgefunden worden sind. Stuttgart, 1835—1839. Die Ueberreste der älteren Thiere sind alle zerbrochen und abgerollt, auch haben sich sogar Kunstproducte mitten im Bohnerze gefunden.

** Auch bei Nommay und Charmont im Dep. du Doubs werden die Bohnerze von einer tertiären Süsswasserbildung überlagert, was Thirria als einen Beweis betrachtete, dass sie nicht diluviale Gebilde sein können. *Bull. de la soc. géol.* t. 6, 1834, p. 32 ff.

*** Die Urwelt der Schweiz, 1865, S. 259 ff.

wasserbildung des pariser Bassins sei*), wonach sie also in die untere Oligocänformation oder obere Eocänformation zu verweisen sein würde, je nachdem man jenen Gyps als oligocän, oder noch als eocän betrachten will.

Andere Bohnerz-Ablagerungen dagegen, wie jene von Heudorf unweit Mösskirch in Baden, in welchen Ueberreste von *Mastodon angustidens Cuv.*, *Rhinoceros incisivus Cuv.*, *Dinotherium bavaricum Mey.*, *Hyotherium medium Mey.*, *Anchitherium aurelianense Mey.*, *Lamna denticulata Ag.* und andere vorkommen, dürften wohl eher der miocänen Periode angehören**).

Ueberhaupt hat Jourdan die schon von Müller, Deffner u. A. ausgesprochene Ansicht sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Bohnerzbildungen, obwohl im Allgemeinen tertiär, so doch von sehr verschiedenem Alter sein mögen, und dass einige derselben der eocänen, andere der miocänen, und noch andere der pliocänen Periode angehören dürften; ja, die von Saint-Didier am Mont d'Or verweist er sogar in die quartäre Periode***).

Freilich kommt bei dieser Altersbestimmung sehr viel darauf an, ob sich eine Bohnerz-Ablagerung noch an ihrer ursprünglichen Bildungsstätte befindet, oder ob sie durch spätere Diluvialfluthen, welche ja während aller Perioden hereinbrechen konnten, in ihren gegenwärtigen Ablagerungsraum eingeschwemmt worden ist. Eine solche Translocation scheint aber für die meisten, in Spalten und Höhlenräumen vorkommenden Ablagerungen wirklich Statt gefunden zu haben, deren Altersbestimmung daher mehr oder weniger unsicher werden kann, weil sich ihr irgendwo anderwärts gebildetes Material auf secundärer Lagerstätte befindet, und weil der Transport dieses Materiales bald noch während der tertiären, bald erst während der quartären Periode Statt gefunden haben konnte. Daher dürfte denn auch für manche Bohnerz-Ablagerungen die Ansicht von Alexander Brongniart vollkommen gerechtfertigt sein, welcher sie insgesammt als diluviale oder quartäre Bildungen betrachtete; das heisst, manche Ablagerungen können insofern für quartär gelten, wiefern die letzte Phase ihrer Bildung oder Umbildung in der quartären Periode eingetreten ist. Nur müssen auch bei ihnen die Fragen nach dem Wo, Wann und Wie der ursprünglichen Bildung ihres Materiales von der Frage nach der gegenwärtigen Lagerungsform dieses Materiales getrennt werden.

Die räumliche Correlation so vieler Bohnerz-Ablagerungen zu den Kalksteinen der oberen Juraformation veranlasste die Ansicht, dass sie dieser Formation zugehören dürften. Thirria, welcher sie anfangs auch dahin rechnete, glaubte sie später als ein Aequivalent der Neocombildung betrachten zu müssen; welcher Ansicht sich Thurmann und Marcou anschlossen, indem sie es besonders hervorhoben, dass die Neocombildung im Allgemeinen dort fehle, wo die Bohnerzbildung vorhan-

---

*) Denkschriften der schweizer naturf. Ges. B. 14, 1855, S. 49 ff. und *Notes géol. sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura Bernois.*

**) Leonhard, Grundzüge der Geognosie, 1863, S. 335, und Geognostische Skizze des Grossherz. Baden, 1846, S. 48.

***) *Comptes rendus*, t. 53, 1861, p. 1009 ff.

den ist. Gegenwärtig ist man jedoch allgemein zu der Ansicht gelangt, dass sie in die tertiäre Periode zu verweisen sind. Da sie aber während dieser Periode zu verschiedenen Zeiten mit ganz ähnlichen Eigenschaften gebildet worden sind, so möchte von ihnen, wie von so vielen anderen Erzlagerstätten, die Bemerkung von Voltz gelten, dass sie eigentlich gar keine selbständige Formation, sondern eine mineralische Accidenz darstellen, welche sich in sehr verschiedenen Epochen wiederholen konnte.

Ueber die eigentliche und ursprüngliche Bildungsweise der Bohnerz-Ablagerungen sind verschiedene Theorien aufgestellt worden. Die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Materials und ihre ganz absonderlichen Lagerungsformen liessen vermuthen, dass man es bei ihnen nicht mit einer gewöhnlichen sedimentären Formation zu thun habe, sondern dass bei ihrer Ausbildung ganz besondere Processe mit in Wirksamkeit gewesen sein müssen. Diese Vermuthung ist wohl auch im Allgemeinen ganz gerechtfertigt. Wenn man jedoch zu heissen Dämpfen, Schlamm-Eruptionen und ähnlichen plutonischen Einwirkungen seine Zuflucht nahm, um die Eigenthümlichkeit der Bohnerzgebilde zu erklären, so ist man wohl jedenfalls zu weit gegangen.

Besonders Gressly und nach ihm Quiquerez glaubten in dergleichen Einwirkungen die Ursachen der Bohnerzbildungen zu erkennen. Neue Denkschriften der allg. schweizer. Ges. B. 12, 1852. Alle Theorien aber werden hauptsächlich nach zwei Richtungen auseinandergehen, je nachdem man entweder eine katogene oder eine anogene Ausbildung der in den Höhlen- und Spaltenräumen vorkommenden Bohnerz-Ablagerungen voraussetzt; das heisst, je nachdem man sich ihr Material von der Erdoberfläche aus abwärts, oder aus den Erdtiefen aufwärts in jene Räume eingefüllt denkt.

Thirria war der (schon früher theilweise von Al. Brongniart ausgesprochenen) Ansicht, dass warme, an Kohlensäure reiche Quellen, welche die Carbonate von Eisenoxydul, Manganoxydul und Kalkerde nebst etwas Kieselsäure aufgelöst enthielten, die bedingende Ursache der Bohnerzbildung gewesen sind. Diese Quellen brachen während der Tertiärperiode sehr reichlich aus Spalten der Erdkruste hervor, benagten die Wände dieser Spalten, ergossen sich dann in Süsswasserseen, oder vermischten sich mit anderen Wasserströmen, welche Thon, Sand und Geschiebe führten. Das kohlensaure Eisenoxydul verwandelte sich dabei in Eisenoxydhydrat von pisolithischer Bildung, und so wurden die vorherrschenden Materialien der Bohnerzgebilde geliefert.

Fast dieselbe Ansicht wurde von A. Müller geltend gemacht, indem er kohlensäurereiche Mineralquellen, welche die vorhin genannten Carbonate in Lösung enthielten, als die hauptsächlichen Factoren der Bohnerzbildung betrachtet. Diese in gewissen Gegenden sehr starken Quellenausflüsse scheinen mehr oder weniger während der ganzen tertiären Periode im Gange gewesen zu sein, gegen die Mitte derselben aber ihren Culminationspunct erreicht zu haben, weshalb denn auch die Bohnerzbildungen von mehr oder weniger verschiedenem Alter sind *).

Koechlin-Schlumberger machte gegen Müller's Ansicht, in der Weise

*) Verhandl. der naturf. Ges. in Basel, 1854, S. 98 ff.

wie er sie vorgetragen, einige Einwendungen, und nimmt an, die kohlensauren Quellen hätten fast nur das Carbonat von Eisenoxydul enthalten, welches in den Spalten und Höhlen des Kalksteins präcipitirt und in Eisenoxydhydrat verwandelt wurde, während gleichzeitig die Wände dieser Räume eine Corrosion erlitten. Der Thon und der Sand wurde von den heftig hervorsprudelnden Quellen aus tiefer liegenden Gesteinsschichten heraufgespült, wie diess Müller gleichfalls glaubte. So lange die Quellen in engen Spalten strömten, da flossen sie zu schnell, um gegen den Kalkstein eine sehr wirksame Reaction ausüben zu können, welche erst dann einzutreten vermochte, als das Wasser in die Höhlenräume eingedrungen und zu einiger Ruhe gekommen war*).

Deffner gelangte bei einer Prüfung der verschiedenen Hypothesen über die Bohnerzbildung zu dem Resultate, dass solche weder ein Product von Schlammvulcanen noch von heissen oder kalten Eisensäuerlingen sein können. Indem er von dem Satze ausgeht, dass alle aus Eisenoxydhydrat bestehende Bohnerze metamorphische Gebilde seien, stellt er die Hypothese auf, dass das meiste Bohnerz ursprünglich aus Pyritkugeln bestand, welche im Laufe der Zeiten zu Brauneisenerz umgewandelt wurden; wobei er auf das von Daubrée beobachtete Vorkommen von dergleichen Pyritkugeln in den Bohnerz-Ablagerungen des Elsass verweist. Diese Ablagerungen entstanden nach seiner Ansicht als Sedimente an seichten, lagunenähnlichen Stellen grosser Seen von süssem oder brackischem Wasser, und die Bildung solcher Sedimente fand während der tertiären Periode zu verschiedenen Zeiten Statt**).

Dieselbe Ansicht, dass das Bohnerz ursprünglich Pyrit gewesen sei, ist auch später von De-Mortillet, wenigstens in Betreff der Bohnerze Savoyens, ausgesprochen worden. Er bemerkt, dass der Pyrit oft noch in der Mitte der Körner, und noch deutlicher in den grösseren Nieren von Brauneisenerz zu erkennen sei, deren Inneres die hexaëdrischen Formen wahrnehmen lasse. Da man bei der Umbildung des Pyrites Schwefelwasserstoff entstehe, so glaubt er hieraus die Schwefelquellen Savoyens erklären zu können, welche immer in der Nachbarschaft der Bohnerz-Ablagerungen vorkommen***).

Welche von diesen Theorien auch die richtige sein mag, so dürfte doch in Betreff der beiden verschiedenen Lagerungsformen der Bohnerzgebilde die Ansicht von Thirria, Walchner und Fraas sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich haben, dass die flötzartig in Mulden abgelagerten Vorkommnisse die ursprüngliche Lagerungsform darstellen, wogegen die in Spalten- und Höhlenräumen eingeschlossenen Vorkommnisse als später eingeschwemmte, regenerirte oder deuterogene Ablagerungen zu betrachten sind†).

*) *Bull. de la soc. géol.* [2], t. 13, 1857, p. 453 ff.
**) Württembergische naturwiss. Jahreshefte, 15. Jahrgang, 1859, S. 258.
***) *Bull. de la soc. géol.* [2], t. 19, 1862, p. 802 f.
†) Fraas in Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 15. Jahrg., 1859, S. 88 f.

# Fünfzehnter Abschnitt.

## Vulcanische Formationen.

### §. 481. *Einleitung.*

In die Zeit der tertiären Periode fallen zwei sehr wichtige eruptive Formationen, mit denen wir uns daher zunächst beschäftigen müssen. Es sind diess die Trachytformation und die Basaltformation, welche beide in vielen Gegenden einen so unzweifelhaften Zusammenhang mit Vulcanen und mit ächt vulcanischen Bildungen erkennen lassen, dass sie wohl mit allem Rechte in den Bereich der vulcanischen Formationen gezogen werden können, wenn sie auch in vielen anderen Gegenden unter solchen Verhältnissen auftreten, welche sie unabhängig von eigentlichen Vulcanen erscheinen lassen.

Diess Letztere ist z. B. der Fall mit den Trachyten des Siebengebirges und Ungarns, mit den Basalten und Phonolithen Böhmens, der Lausitz, der Rhön, des Vogelsberges, des Westerwaldes, Irlands u. s. w., weshalb auch Gutberlet den Basalt und den Phonolith als vulcanoidische Formationen von den eigentlichen vulcanischen Formationen unterscheidet. Allein in der Eifel, im Velay und Vivarais, am Cantal und Mont-Dore, auf den Canarischen Inseln, auf Java und in anderen Gegenden, da erscheinen theils die Basalte, theils die Trachyte in einer so innigen Verknüpfung mit wirklichen, erloschenen oder noch thätigen Vulcanen, dass man ihre Zugehörigkeit zu den vulcanischen Bildungen nicht wohl bezweifeln kann. Denn, wenn auch diese Vulcane bisweilen nur als einfache Eruptionskegel, gleichsam als embryonische Vulcane (I, 139), oder nur als kleinere, wenig entwickelte Vulcane ausgebildet sind, so giebt doch das Vorkommen der Basalte und Trachyte in förmlichen Strömen, ihre Association mit Schlacken und Lapilli, und ihr wesentlicher Antheil an der Zusammensetzung jener Berge ein vollgiltiges Zeugniss für ihre Ausbildung durch ganz ähnliche Ursachen, wie sie noch gegenwärtig in jedem Vulcane in Wirksamkeit sind. Daher ist auch Burat der Ansicht, dass die Trachyte mit zu den vulcanischen Formationen gezogen werden müssen. *Description des terrains volcaniques de la France,* p. XV ff. Ja, es ist bisweilen gar nicht möglich, eine scharfe Gränzlinie zwischen den trachytischen oder basaltischen, und den eigentlich vulcanischen Bildungen zu ziehen, indem diese letzteren oftmals mitten in dem Gebiete und mit allen Eigenschaften der ersteren zur Entwickelung gelangt sind.

Ueberhaupt beginnt mit den Trachyten und Basalten die grosse Reihe jener eruptiven Bildungen, welche mehr oder weniger durch die ganze tertiäre und quartäre Periode hindurch bis auf den heutigen Tag, bald hier, bald dort aus dem Erdinnern hervorgetreten sind, anfangs noch, eben so wie die älteren Eruptivgebilde, ohne an eigentliche Vulcane gebunden zu sein, bis sich später diese permanenten Canäle zwischen dem Innern und der Oberfläche unseres Planeten immer zahlreicher ausbildeten, und als perennirende Ausführungsschlünde für

die eruptiven Materialien des Erdinnern eine immer grössere Bedeutung gewannen. Da es aber in der Hauptsache immer dieselben oder doch sehr ähnliche Materialien sind, welche hier früher, dort später zur Eruption gelangten, so haben sich seit der Eocänperiode trachytische wie basaltische Bildungen fast zu allen Zeiten dem Erdenschoosse entwunden, und so kann es uns nicht befremden, dass selbst manche der noch jetzt thätigen Vulcane unter ihren Producten Gesteine erkennen lassen, welche den älteren Trachyten oder Basalten sehr ähnlich sind.

Die im ersten Bande S. 692 erwähnten Untersuchungen von Bunsen über die chemische Zusammensetzung der trachytischen und basaltischen Gesteine, welche das merkwürdige Resultat ergaben, dass die verschiedensten *Varietäten*, ja dass sogar die verschiedenen *Species* derselben als innige Gemische *zweier Grundmassen* gedeutet werden können, von welchen die eine als *normal-trachytische*, die andere als *normal-pyroxenische* (oder normal-basaltische) Grundmasse bezeichnet worden ist: diese Untersuchungen haben auf die Ansicht geführt, dass seit dem Beginne der tertiären Periode bis auf den heutigen Tag grösstentheils nur *zweierlei* flüssiges Gesteinsmaterial aus dem Erdinnern geliefert worden, und dass die ganze Manchfaltigkeit der vulcanischen Gesteine in den schwankenden Mischungs-Verhältnissen dieser beiden Grundmassen bedingt sei.

Wenn sich diess aber wirklich so verhält, dann ergiebt sich von selbst die Folgerung, dass ganz scharfe Gränzlinien zwischen der Trachyt- und Basaltformation, und der neueren Lavaformation gar nicht vorauszusetzen sind. Denn diese letztere führt uns ja nur die *jüngsten* Erzeugnisse *derselben* eruptiven Thätigkeit vor, durch welche in den vorhergehenden Perioden, zwar unter etwas anderen Bedingungen, aber aus *denselben Materialien* die älteren Gesteine der Trachyt- und Basaltformation geliefert worden sind. Auf dieselbe Folgerung gelangen wir aber auch, wenn wir von der weit naturgemässeren Ansicht ausgehen, dass das in den Tiefen der Erde vorhandene Material, welches die Gesteine der Trachyt- und Basaltformation geliefert hat, von oben nach unten ganz *allmäligen Aenderungen* seiner Beschaffenheit unterworfen ist, so dass zwischen der normal-trachytischen und normal-basaltischen Masse viele *Mittelglieder* liegen, deren Material die schwankenden Mischungsverhältnisse der entsprechenden Gesteine nothwendig bedingen würde.

Wenn nun auch im Folgenden die Trachytformation, die Basaltformation und die Lavaformation als drei verschiedene Formationen aufgeführt und behandelt werden, so dürfen wir doch den gegenseitigen Zusammenhang und das häufige Ineinandergreifen derselben nicht aus dem Auge verlieren, dürfen es nicht vergessen, dass die Lavaformation nur die *ausschliesslich von wirklichen Vulcanen* gelieferten Producte begreift, unter denen sich auch viele trachytische und basaltische Gesteine befinden, obgleich die bedeutendsten Eruptionen dieser Gesteine schon im Laufe der Tertiärperiode Statt gefunden haben, und die Trachyte im Allgemeinen den Basalten vorausgegangen sind.

## Erstes Kapitel.

## Trachytformation.

### A. Gesteine der Trachytformation.

#### §. 182. *Einleitung.*

Die Trachytformation besteht wesentlich aus zweierlei verschiedenen Gesteinsgruppen, aus krystallinischen (z. Th. auch hyalinen) und aus klastischen Gesteinen. Zu jenen gehören die meisten der im ersten Bande, Seite 609 bis 629 beschriebenen Gesteine, von welchen Trachyt, Andesit, Phonolith und Trachytporphyr als die gewöhnlicheren, Perlit, Obsidian und Bimsstein als die seltneren zu betrachten sind; zu den klastischen Gesteinen gehören besonders die trachytischen Conglomerate und Tuffe, so wie die ähnlichen aus Bimssteinschutt bestehenden Gesteine; (I, 672 f.). Der Phonolith sondert sich sowohl durch seine mineralische Zusammensetzung, als auch durch sein theils selbständiges, theils an Basaltregionen gebundenes Auftreten von den übrigen Gesteinen der Trachytformation ab.

Die petrographischen Eigenschaften aller dieser Gesteine wurden zwar schon im ersten Bande besprochen; es sind jedoch seit der Herausgabe dieses Bandes mehre sehr wichtige Arbeiten über die Gesteine der Trachytfamilie erschienen, welche es nothwendig machen, zuvörderst einige Paragraphen über die Petrographie derselben vorauszuschicken. Wenn auch dabei manche Wiederholungen unvermeidlich sind, so hat sich doch in der Hylologie, Nomenclatur und Classification dieser Gesteine so Vieles geändert, dass es der Vergleichung wegen zweckmässig sein dürfte, auch diejenigen Gesteine nochmals zu betrachten, welche von jenen Aenderungen weniger betroffen wurden.

Zu den erwähnten Arbeiten gehört zuvörderst die rationelle, d. h. auf ihre mineralische Zusammensetzung gegründete Classification der trachytischen Gesteine von G. Rose, welche in v. Humboldt's Kosmos, B. IV., 1858, S. 468 f. mitgetheilt wurde, und den Ausgangspunct für viele neuere und sehr erfolgreiche Forschungen geliefert hat, so dass unserm hochverehrten Freunde das Verdienst gebührt, die Petrographie der Trachyte auf ihrer wahren Grundlage basirt zu haben*). Drei Jahre später erschienen F. v. Richthofen's Studien aus dem ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirge (im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1861, S. 153 ff.); eine sehr reichhaltige und interessante Abhandlung, welche auf die weitere Entwickelung unserer Kenntnisse der Trachyte den grössten Einfluss ausgeübt hat. Um dieselbe Zeit veröffentlichte J. Roth sein treffliches Werk: die Gesteins-Analysen (Berlin 1861), in dessen erstem Abschnitte auch über die trachytischen Gesteine sehr lehrreiche Erläuterungen mitgetheilt werden. An diese drei wichtigen Quellen schliessen sich die schönen Arbeiten an, welche Zirkel in seiner Reise nach Island (1862, S. 281 ff.), in v. Hochstetter's geologischem Werke über Neuseeland (B. I, S. 109 ff.) und in seinem vorzüglichen Lehrbuche der

*) »Die Eintheilung der Trachyte von G. Rose bezeichnet den bei weitem vorgeschrittensten Standpunct in der Kenntniss dieser Gesteinsfamilie«, sagte v. Richthofen, im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, 1861, S. 157.

Petrographie (B. II, S. 141 ff.) geliefert hat; ferner Stache's Beschreibung der siebenbürgischen Trachyte (in der Geologie Siebenbürgens von v. Hauer und Stache, 1863, S. 56 ff.), eben so v. Andrian's Abhandlung über den Schemnitz-Kremnitzer Trachytstock (im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1866, S. 355 ff.) und viele Abhandlungen anderer österreichischer Geologen über einzelne Trachytregionen Ungarns und Siebenbürgens, welche in den Jahrbüchern der geologischen Reichsanstalt erschienen sind. Nächstdem sind hervorzuheben das classische Werk, welches v. Dechen unter dem Titel: Geognostischer Führer in das Siebengebirge (1861) herausgab; die reichhaltigen und gediegenen Abhandlungen von G. vom Rath über die Euganeen (in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 16, 1864, S. 461 ff.), über den Monte Amiata (ibidem, B. 17, S. 406 ff.) und über die Gegend von Bracciano, Viterbo, Tolfa, über Ischia (ibidem, B. 18, S. 561 ff.); und endlich die kleine aber inhaltreiche Abhandlung von O. Prölss, im Neuen Jahrb. für Min. 1866, S. 647 ff.

Durch alle diese und noch manche andere hier nicht genannte Arbeiten ist denn unsere Kenntniss der trachytischen Gesteine in ein ganz neues Stadium eingeführt worden, weshalb wir nothwendig eine dem jetzigen Standpuncte entsprechende petrographische Uebersicht vorausschicken müssen, bei welcher wir uns hauptsächlich an die Darstellungen halten werden, welche Zirkel in seinem Lehrbuche der Petrographie gegeben hat*).

Zuvörderst müssen wir uns die Frage beantworten, welche Gesteine überhaupt als Glieder der Trachytfamilie zu betrachten sind. Dabei haben wir gleichzeitig auf die mineralische Zusammensetzung und auf das geologische Alter derselben Rücksicht zu nehmen.

Wenn nun die feldspathigen Gemengtheile, als das vorwaltende Material dieser Gesteine, eine besonders wichtige Rolle in ihrer Zusammensetzung spielen, und wenn schon G. Rose von diesen Gemengtheilen das hauptsächliche Argument seiner Classification entlehnte, so werden wir wohl bei der Bestimmung des Umfanges und Inhaltes der Trachytfamilie überhaupt gleichfalls auf ihre Feldspathe das meiste Gewicht legen müssen. So weit aber die Forschungen bis jetzt vorgeschritten sind, scheinen in den Gesteinen dieser Familie nur Sanidin und Oligoklas (oder doch ein nahe verwandter Feldspath) aufzutreten.

Was ferner das geologische Alter derselben Gesteine betrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass sie erst seit dem Anfang der tertiären Periode, und, von dieser Epoche an, mehr oder weniger bis in die gegenwärtige Periode an die Erdoberfläche getreten sind.

Fassen wir diese beiden Verhältnisse zusammen, und fügen wir noch das von Prölss hervorgehobene Moment der sehr vorwaltenden porphyrischen Structur hinzu, so gelangen wir auf das Resultat, dass die Trachytfamilie wesentlich alle diejenigen tertiären und posttertiären eruptiven Gesteine begreift, deren vorwaltende feldspathige Gemengtheile Oligoklas**) oder Sanidin, oft auch beide zugleich sind, während sie in der Regel eine porphyrische Structur besitzen.

*) Es war mir sehr erfreulich, in diesem trefflichen Lehrbuche so manche Eintheilungen und Ansichten berücksichtigt zu finden, welche sich im ersten Bande gegenwärtigen Lehrbuchs in dem Abschnitte über Petrographie vorfinden.

**) Es wäre vielleicht besser, statt Oligoklas den von Tschermak vorgeschlagenen

Es ist diess fast genau dieselbe Begriffsbestimmung, welche Prölss in seiner gehaltreichen Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der Trachyte, im Neuen Jahrbuche für Mineralogie, 1866, S. 662 aufgestellt hat, indem er die Gesteine der Trachytformation als diejenigen jüngeren Eruptivgesteine definirt, welche, bei meist porphyrartiger Structur, vorherrschend aus Natronkalifeldspathen bestehen; und wir wüssten in der That vor der Hand keine bessere an ihre Stelle zu setzen*).

Dass sich ausser den genannten Feldspathen auch noch manche andere Mineralien, wie namentlich Hornblende, Augit, Glimmer, Magneteisenerz, oftmals auch Quarz und Olivin an der Zusammensetzung dieser Gesteine betheiligen, diess wird begreiflich durch den Inhalt der obigen Definition nicht ausgeschlossen. In der Grundmasse der hyalinen Gesteine befinden sich freilich die Feldspathe meist im latenten Zustande, indem nur die zu ihrer Bildung erforderliche Substanz vorhanden ist, ohne zu dem Minerale Feldspath individualisirt zu sein; da aber diese Grundmasse doch häufig leibhaftige Feldspathkrystalle umschliesst, so fallen auch diese Gesteine in den Umfang des oben aufgestellten Begriffs.

In der Familie des Trachytes sind nun besonders folgende verschiedene Gesteinsarten zu unterscheiden.

I. Hyaline Gesteine, oder Rhyolithe.
  1. Perlit.
  2. Obsidian.
  3. Bimsstein.

II. Krystallinische Gesteine.
  1. Liparite, oder Trachytporphyre.
  2. Trachyte.
  3. Phonolithe.
  4. Andesite.
  5. Trachydolerite.

In den folgenden Paragraphen werden wir diese verschiedenen Gesteine einer speciellen Betrachtung unterwerfen.

---

allgemeineren Namen Plagioklas zu gebrauchen, sofern darunter solche klinotome (oder triklinische) Feldspathe von einem mehr basischen Charakter als der Sanidin zu verstehen wären.

*) Wir sagen: vor der Hand; denn die neuesten Untersuchungen Karl v. Hauer's über die Feldspathe vieler hierher gehörigen Gesteine haben gezeigt, dass der trikline oder klinotome Feldspath keinesweges immer Oligoklas, und der monokline oder orthotome Feldspath nicht immer Sanidin ist. So erwies sich z. B. der klinotome Feldspath aus drei Varietäten von Dacit theils als Labrador, theils als ein Mittelglied zwischen diesem und Oligoklas; der angebliche Sanidin aus dem Trachyte von Deva in Siebenbürgen und der klinotome Feldspath aus dem Trachyte von Cziffár in Ungarn zeigten die chemische Zusammensetzung des Labrador, während der eines Grünsteintrachytes (Andesites) aus der Gegend von Rodna abermals ein Mittelglied zwischen Labrador und Oligoklas erkennen liess. Die klinotomen Feldspathe anderer Dacite endlich ergaben die Zusammensetzung des Andesins. K. v. Hauer, in den Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1867, S. 10, 57 und 118. Man ersieht hieraus, wie viel es noch in der Petrographie der Trachytfamilie zu thun giebt.

### §. 183. *Hyaline Gesteine oder Rhyolithe.*

Zu den Rhyolithen rechnen wir mit v. Richthofen die wirklich hyalinen Gesteine der Trachytfamilie, ohne jedoch die Trachytporphyre oder Liparite mit ihnen zu vereinigen, welche sich ja, selbst in den classischen Trachytregionen Ungarns und Siebenbürgens, durch ihre petrographischen und geotektonischen Eigenschaften von den hyalinen Gesteinen mehr oder weniger unterscheiden, obgleich zwischen beiden gar häufig eine sehr innige Verknüpfung Statt findet.

Beide Gesteinsgruppen wurden deshalb durch v. Richthofen unter dem Namen Rhyolith, und fast gleichzeitig durch Roth unter dem Namen Liparit zusammengefasst. Es sind die an Kieselsäure reichsten, daher auch meist quarzhaltigen Gesteine der Trachytformation, von dichter, bald lithoidischer bald hyaliner Grundmasse, und von ausserordentlichem Wechsel der Structur und des Habitus, überhaupt aber so verschieden von den eigentlichen Trachyten, von den Andesiten und Phonolithen, dass sie jedenfalls eine besondere Abtheilung der Trachytfamilie bilden, welche man nach G. vom Rath*) quarzführende Trachyte nennen könnte, wenn es nicht auch quarzführende Andesite gäbe, und wenn es nicht zweckmässiger erschiene, für sie, entweder mit v. Richthofen und Roth nur einen besonderen Namen, oder lieber zwei, ihrer verschiedenen Ausbildungsform entsprechende Namen zu gebrauchen; wie wir es uns erlaubt haben, trotz dem, dass die beiderlei Gesteine in ihrer Substanz oft eine fast völlige Uebereinstimmung erkennen lassen.

Dass in der Petrographie, welche doch eben so eine Physiographie der Gesteine, wie die Mineralogie eine Physiographie der Mineralien ist, die Identität der Substanz allein den Gesteinsnamen nicht bestimmen könne, sondern dass auch auf die verschiedene Ausbildungsform dieser Substanz Rücksicht genommen werden müsse, diess ist wohl einleuchtend; denn ausserdem würden viele Granite, Porphyre, Trachyte, trotz der ausserordentlichen Verschiedenheit ihres Habitus, mit demselben Namen zu belegen sein. Ein ähnliches Verfahren würde in der Mineralogie dazu führen, Aragonit und Calcit, Diamant und Graphit als Glieder einer und derselben Species zu betrachten. Nun zeigen aber v. Richthofen's Rhyolithe oder Roth's Liparite eine sehr auffallende Verschiedenheit, je nachdem ihre Grundmasse glasartig oder steinartig ausgebildet ist; eine Verschiedenheit, welche v. Richthofen selbst nachdrücklich hervorhebt, und nicht nur in petrographischer, sondern auch in geotektonischer Hinsicht zur Geltung bringt. Daher würde uns der Vorschlag dieses ausgezeichneten Forschers sehr beachtenswerth erscheinen, die Rhyolithe mit steinartiger (felsitischer) Grundmasse Rhyolithporphyre zu nennen**), wenn nicht der schon von Beudant gebrauchte Name Trachytporphyr eben so kurz wäre. Da jedoch die porphyrische Structur eine den meisten Gesteinen der Trachytfamilie zukommende Eigenschaft ist, so dürfte es am zweckmässigsten sein, das von Roth vorgeschlagene Wort Liparit zur Bezeichnung dieser Gesteine zu benutzen. Die hyalinen Gesteine dagegen, welche ja auch in der ganzen Art und Weise ihres Auftretens die Merkmale eines ursprüng-

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 16, S. 485, Anmerkung bis S. 488.

**) Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1861, S. 192.

lich flüssigen und fliessenden Zustandes*) und einer stromartigen Ausbrei ihres Materials zeigen, kann man recht eigentlich unter dem Namen Rhyoli zusammenfassen, ohne deshalb die Unterscheidung von Obsidian, Perlit und B stein fallen zu lassen, welche der Geognost im Felde wie in den Sammlungen anerkennen wird.

Die Rhyolithe erscheinen besonders in den drei verschiedenen Formen Perlites, des Obsidians und des Bimssteins, welche zwar durch Ue gänge mit einander in Verbindung stehen, dennoch aber, wegen der Versc denheit ihres Habitus einer besonderen Betrachtung bedürfen.

1. Perlit und Perlitporphyr.

Der charakteristische Perlit ist ein Gestein von emailartiger Masse, und einer ganz eigenthümlichen, rundkörnigen und zugleich krummschaligen St tur, indem die rundlichen Körner von dünnen krummflächigen Lamellen wickelt werden, welche sich auch zwischen ihnen nach allen Richtungen her schmiegen; oft aber erscheint das Gestein nur als ein Aggregat von rundlic zum Theil auch eckigen, aber allseitig mit einander verschmolzenen Körn Der Glanz ist ein perlmutterähnlicher Glasglanz; die Farbe meist aschgrau, p grau, rauchgrau bis schwärzlichgrau, doch kommen auch lavendelblaue röthliche Varietäten vor. Diese ausgezeichneten Varietäten des Perlites entha 70 bis 82 Procent Kieselsäure, 3 bis 4 Procent Wasser, und schmelzen vor Löthrohre unter Leuchten und mehr oder weniger bedeutendem Aufschwe Andere Varietäten zeigen eine mehr stetig ausgedehnte, pechsteinähnliche Ma in welcher nur noch einzelne runde Körner zu unterscheiden sind; wie überhaupt Perlit und Pechstein einander sehr nahe stehen.

Von krystallinischen Einschlüssen finden sich besonders häufig schwa oder dunkelbrauner Glimmer in kleinen, oft deutlich hexagonalen Tafeln, Sanidin, in tafelförmigen Krystallen oder in krystallinischen Körnern; fe Sphärolithe, d. h. kleine, meist hirsekorn- bis erbsengrosse Kugeln dichter oder radialfaseriger, bisweilen auch noch von concentrisch-scha Structur. Diese, meist gelb oder lichtbraun gefärbten Kugeln sind oft reic vorhanden, auch nicht selten zu kleinen nierförmigen oder traubigen Ag gaten vereinigt, und bedingen eben so eine sphärolithische Structur des Ge nes, wie ihm jene krystallinischen Einschlüsse eine porphyrische verleihen ihrer chemischen Zusammensetzung stimmen sie mit dem sie einschliessen Perlite fast überein; sie sind jedenfalls den ähnlich gestalteten sogenan Krystalliten zu vergleichen, welche sich in langsam abgekühlten Glasma

*) Das Geflossensein giebt sich nicht nur in den hyalinen, sondern auch i lithoidischen Gesteinen oft sehr augenscheinlich zu erkennen, zumal in den Liparite planer und linearer Parallelstructur, bei welchen sich die feinen Gesteinslagen um j Feldspathkorn kräuseln und biegen, bis sie jenseits desselben wieder in ihre normale l tung gelangen. Vogelsang hat in der Vertheilung und Lagerung der feinsten, mikros schen Krystalle den Nachweis dieser Rhyolithstructur oder Fluidalstructur, wie e nennt, gegeben. Philosophie der Geologie, und mikroskopische Gesteinsstudien von H. gelsang, 1867, S. 138 ff.

ausbilden. Quarz ist nur selten als ein Gemengtheil des Perlites beobachtet worden.

Von accessorischen Bestandmassen sind besonders Trümer und Nester von Opal zu erwähnen; der sogenannte Feueropal soll sowohl bei Zimapan in Mexico, als auch bei Telkibanya in Ungarn im Perlite vorkommen.

Nach Beudant entwickelt der Perlit zuweilen eine recht deutliche plane Parallelstructur, welche sich durch eine regelmässige lagenweise Abwechslung entweder der Farbe, oder auch der Grösse der Körner zu erkennen giebt.

Als Varietäten dürften besonders reiner Perlit, porphyrartiger P., sphärolithischer P. und vielleicht pechsteinähnlicher P. zu unterscheiden sein; doch sind die sphärolithischen Perlite oft zugleich porphyrartig durch Krystalle von Sanidin oder Glimmer.

Anmerkung. Die im ersten Bande, S. 614, nach Beudant's Vorgange aufgeführte thonsteinähnliche Varietät dürfte, zufolge der Bemerkungen von Zirkel, zu streichen sein. Lehrb. der Petrogr. S. 251. Es sind diejenigen Gesteine, welche Beudant Perlite lithoide compacte nannte, während sie v. Richthofen als Lithoidite aufführt.

### 2. Obsidian und Obsidianporphyr.

Die Obsidiane sind die vollkommensten Gläser trachytischer Gesteine, oder richtiger, sie sind das im vollkommen glasartigen Zustande erstarrte Material derselben. Ihre Substanz wird also auch verschieden sein, je nachdem dieses Material die Bestandtheile zu einem Trachyte oder Andesite enthielt, und so finden wir denn auch, dass z. B. der Kieselsäuregehalt der Obsidiane von 60 bis 80 Procent schwankt, während sie sich in ihrer äusseren Erscheinung ganz ähnlich sein können.

Eine glasartige, amorphe, homogene Grundmasse von vollkommen muscheligem Bruche, sehr scharfkantigen Bruchstücken, starkem Glasglanze*), meist schwarzer bis dunkelgrauer Farbe, und mittleren Graden der Pellucidität charakterisirt die Mehrzahl der Obsidiane; doch kommen auch grüne und anders gefärbte Varietäten vor. Das specifische Gewicht liegt zwischen den Gränzen 2,36 und 2,54; von Säuren wird das Gestein nur wenig angegriffen; vor dem Löthrohre schmilzt es, meist unter vorheriger Aufblähung, zu einem blasigen Glase.

Obgleich nun diese Grundmasse der Obsidiane dem blosen Auge ganz homogen erscheint, so lehrt doch die mikroskopische Untersuchung, dass sie oftmals nichts weniger als homogen ist, indem sie theils zahlreiche kleine Krystalle, theils Flocken von verfilzten fadigen Elementen, theils kleine langgestreckte Poren, und zwar diese letzteren in erstaunlicher Menge, aber gewöhnlich mit durchaus paralleler Lage ihrer Längsaxen enthält, wie Zirkel gezeigt hat, welcher

*) In Folge einer begonnenen Zersetzung zeigt der Obsidian bisweilen eine graue, perlmutterglänzende, schillernde Oberfläche, etwa so, wie altes, blind gewordenes Fensterglas.

in einem isländischen Obsidian auf dem Raume eines Quadrat-Millimeters wol an 800,000 dergleichen Poren beobachtete*).

Ausser diesen mikroskopischen Einschlüssen finden sich nun aber au sehr häufig grössere Einschlüsse, welche auf den ersten Blick sehr deutlich erkennen sind. Dahin gehören zuvörderst Krystalle oder krystallinische Kö von Feldspath, welche theils dem Sanidine, theils dem Oligoklase angehö je nachdem das ursprüngliche Magma der glasartig erstarrten Masse diese od jene substantielle Beschaffenheit hatte. Sehr selten kommen Krystalle vo Glimmer vor, und G. Rose erkannte im Obsidiane von Zimapan in Me kleine Quarzkrystalle. Ferner enthalten viele Obsidiane kleine Sphär lithe von weisser, gelblicher oder grünlicher Farbe, mit mehr oder we deutlicher radialfaseriger oder keilförmig stängeliger Structur und einer sc begränzten Rinde; diese Sphärolithe sind meist regellos eingesprengt, bisw aber nach parallelen Ebenen geordnet, in welchem Falle sie oft seitwärts einander verfliessen. Endlich kommen auch sehr häufig grössere Blase räume vor, welche meist stark in die Länge gestreckt und zugleich platt ge drückt sind, wodurch sowohl eine plane als auch eine lineare Parallelstruct vermittelt wird. Gar nicht selten sind dem Obsidiane Streifen von blasig Bimssteine eingeschaltet, welche sich gleichfalls in paralleler Lage befinden un unmittelbar aus ihm herausgebildet haben.

Nach diesen grösseren Einschlüssen unterscheidet man porphyrarti Obsidian, sphärolithischen O. und blasigen O., während man die reinen und scheinbar homogenen Varietäten als einfachen Obsidian be zeichnet.

### 3. Bimsstein.

Wie der Obsidian die compacte, so stellt der Bimsstein die schaumig au geblähte Glasform gewisser trachytischer Laven dar. Er ist ein glasiges od doch halbglasiges, aber zugleich ein sehr poröses Gestein, erscheint bisw rundblasig, gewöhnlich aber langblasig als ein Aggregat sehr langgestreck Glaszellen, welches, wie Zirkel sagt, ein mehr oder weniger lockeres Gew von theils parallel geordneten, theils regellos verfilzten Glasfäden und Gla häuten darstellt.

Wie bereits im ersten Bande S. 616 bemerkt wurde, pflegt man nach Hauy und Beudant besonders folgende drei Arten von Bimsstein zu unterscheiden:

a. Obsidianbimsstein; er ist vollkommen glasartig, theils rundblasig theils langblasig, im letzteren Falle faserig oder fadig und seidenglänzend nichts Anderes, als ein schaumig und schwammig aufgeblähter Obsidian, in dessen Begleitung er oft vorkommt, und aus dessen Magma er durch sehr reichliche Entwickelung von Dampf- oder Gasblasen entstanden ist. An diesen Bimsstein schliesst sich wohl auch der haarförmige Obsidian an, welcher aus einem ganz lockeren Aggregate sehr feiner Glasfäden besteht, und von der Insel Bourbon (oder Réunion) sowie von der Insel Hawaii bekannt ist. Seine Bildung ist auf ähnliche Weise zu erklären, wie jene der haarförmigen Schlacken.

---

*) Lehrb. der Petrographie, Bd. II, S. 284.

b. Perlitbimsstein; dieser ist ein Mittelgestein zwischen Perlit und Bimsstein, bei dessen Erstarrung, wie Zirkel bemerkt, die Bedingungen zur Perlitbildung und zur Bimssteinbildung gleichzeitig obwalteten, indem in der noch fliessenden Perlitmasse zahlreiche kleine Dampf- oder Gasblasen zur Entwickelung gelangten. Die Blasenräume sind meist klein und langgestreckt; das Gestein ist kurzfaserig und dichter als der Obsidianbimsstein, oft mit Glimmerkrystallen und Sanidinkörnern, und nicht selten mit mehr oder weniger deutlichen Spuren der Perlitstructur versehen.

c. Trachytbimsstein; ein in mehr oder weniger aufgeblähter, schwammähnlicher Form erstarrter Trachyt oder Andesit; grobfaserig, rauh, glanzlos, mehr poros und cavernos, als eigentlich blasig, und oft reich an Körnern von Feldspath oder Quarz.

An die Rhyolithe schliessen sich wegen der halbglasigen Natur ihrer Grundmasse diejenigen Gesteine an, welche als Pechsteintrachyte bezeichnet worden sind, und sowohl in Ungarn, als auch in den Euganeen und in Mexico vorkommen; man kann sie jedoch auch zu den Lipariten stellen.

## §. 484. *Liparite;* (Trachytporphyre, Quarztrachyte).

Unter dem Namen Liparit vereinigte Roth mit den Rhyolithen diejenigen Gesteine, welche von Beudant Trachytporphyr genannt worden waren, während sie durch v. Richthofen als felsitische Rhyolithe, durch Zirkel als Quarztrachyte eingeführt worden sind. Wir erlauben uns, das Wort Liparit in der beschränkteren Bedeutung zu gebrauchen, dass wir darunter die den Rhyolithen zunächst stehenden Gesteine von steinartiger Grundmasse verstehen, welche einen von den eigentlichen Trachyten so verschiedenen Habitus besitzen, dass wir in ihren Namen das Wort Trachyt nicht gern aufnehmen möchten.

Die Liparite zeigen die innigste Verwandtschaft zu den Rhyolithen, mit welchen sie häufig durch Uebergänge, bisweilen durch lagenweise Abwechslung verknüpft sind. Auch sie gehören zu den an Kieselsäure reichsten Gliedern der Trachytformation, was sich theils durch deutlich eingesprengte Quarzkörner, theils dadurch zu erkennen giebt, dass die felsitische kryptokrystallinische Grundmasse mit Quarz gemengt ist, wie sowohl die mikroskopische Untersuchung als auch die chemische Analyse beweisen. Der Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 72 und 82 Procent, ist also etwas grösser, als in den Graniten und Porphyren, mit welchen sie übrigens in ihrer Substanz sehr nahe übereinstimmen.

Die Grundmasse erscheint meist dicht, ganz ähnlich jener der Felsitporphyre und, wie diese, bald feldsteinartig, bald thonsteinartig, bald hornsteinähnlich durch spätere Verkieselung, zuweilen auch emailartig, wie bei Oroszi in Ungarn; sie ist oft porös, zerfressen oder zellig, verschiedentlich weiss, lichtgrau oder lichtroth, überhaupt gewöhnlich hellfarbig, nur selten dunkelfarbig, wie in der Vlegyásza in Siebenbürgen; übrigens matt, schimmernd oder schwach fettglänzend.

Bisweilen erscheint diese Grundmasse ohne alle Einschlüsse; gewöhnlich

aber enthält sie krystallinische Einsprenglinge, unter welchen besonders die folgenden zu nennen sind:

Quarz; farblose oder graue Körner und Krystalle, welche letztere theils nur die Grundpyramide, theils auch die Combination derselben mit den Flächen des Protoprismas zeigen; in dem sogenannten Csetatye-Gestein bei Verespatak erreichen diese Krystalle die Grösse einer Haselnuss; überhaupt aber ist der Quarz gewöhnlich vorhanden, und wo er in deutlich erkennbaren Körnern fehlt, da steckt er als latenter Gemengtheil fein vertheilt in der Grundmasse.

Sanidin; in rissigen, meist tafelartigen, daher im Querbruche nadelförmig erscheinenden, stark glänzenden kleinen Krystallen, welche nach v. Richthofen um so häufiger sind, je weniger Quarz vorhanden ist, und umgekehrt.

Oligoklas; er erscheint nur als ein bisweiliger Begleiter des Sanidins, niemals ohne denselben, und ist meist an dem stark zersetzten Zustande seiner Krystalle zu erkennen.

Glimmer; schwarz, in scharf begränzten Lamellen, ist in manchen Lipariten sehr häufig, während er in anderen vermisst wird; er scheint besonders in den sanidinreichen Varietäten vorzukommen, dagegen in den sehr quarzreichen zu fehlen.

Hornblende; in schwarzen, kleinen nadelförmigen Krystallen findet sich nur sehr selten, und ist daher mehr als ein accessorischer Gemengtheil zu betrachten; dasselbe gilt auch vom Granate, der nur an wenigen Puncten bekannt ist.

Durch diese krystallinischen Einschlüsse erhalten die Liparite eine mehr oder weniger vollkommene porphyrische Structur, und eine oft täuschende Aehnlichkeit mit gewissen Felsitporphyren, denen sie auch in ihrer Substanz so nahe stehen, dass man die Liparite mit allem Rechte eine Wiedergeburt der Porphyre nennen kann.

Ausser den genannten krystallinischen Einsprenglingen enthalten manche Liparite radialfaserige Sphärolithkörner, welche in ihren Contouren bald scharf begränzt, bald wie verflossen erscheinen, und in ihrem Centro oft ein Sanidinkörnchen erkennen lassen; sie kommen theils sparsam, theils reichlich vor, ja sie bilden zuweilen in dichtem Gedränge fast die ganze Grundmasse, und liefern dann die sphärolithischen Liparite oder den von Pettko so genannten Sphärolithfels. Die sehr porösen, zelligen und cavernosen Varietäten derselben sind es, welche Beudant nach ihrer Benutzung Mühlsteinporphyre genannt hat, und welche oft reich an Nestern und Trümern von Hornstein und Jaspis, oder an Drusen von Quarz und Amethyst sind*).

Andere Varietäten, welche namentlich in Ungarn vorkommen, enthalten viele kleine Einschlüsse von milchweissem oder blaulichem Opal, welche sehr

*) Diese Mühlsteinporphyre sind nach Szabó wohl zu unterscheiden von anderen, unter demselben Namen zu gleichem Zwecke benutzten Gesteinen, welche klastischer Natur sind und sogar Conchylien enthalten, wie z. B. der sog. Mühlsteinporphyr von Sáros-Patak. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 16, 1866, S. 91.

innig mit der Grundmasse verwachsen und gewiss nicht als klastische Einschlüsse zu deuten sind.

Die Liparite entfalten nicht selten eine mehr oder weniger deutliche schieferige oder lamellare Structur, welche bisweilen so fein ausgebildet ist, dass das Gestein aus papierdünnen Lamellen besteht, welche bald ebenflächig ausgedehnt, bald undulirt und gekräuselt sind, was oft durch ein Korn von Sanidin oder Quarz verursacht wird, um welches sie sich herumschmiegen. Dergleichen Varietäten finden sich z. B. auf den Inseln Palmarola und Ponza, am Monte Venda in den Euganeen, am Baulaberge in Island, und am Taupo-See auf der Nordinsel Neuseelands. Schon Scrope bemerkte, dass diese lamellare Structur oftmals mit einer Streckung des Gesteines verbunden ist, und dass die abwechselnd dunkleren und helleren Lamellen eine verschiedene Beschaffenheit haben, indem jene meist dichter, härter und kieselreicher sind, als diese. Stellenweise lassen diese Varietäten auch eine breccienartige Structur wahrnehmen.

Bisweilen zeigen die Liparite eine regelmässige prismatische oder säulenförmige Absonderung, wie auf der Insel Ponza und am Baula auf Island, während solche in Ungarn nicht vorzukommen scheint. Die lamellare Structur durchsetzt dann die Säulen nach einer von deren Stellung ganz unabhängigen Richtung, was Scrope mit Recht als einen Beweis betrachtet, dass jene Structur schon vorhanden war, ehe die säulenförmige Absonderung eintrat*).

Schon Beudant unterschied quarzfreie und quarzhaltige Trachytporphyre, und es scheint nicht, dass man diesen Unterschied gänzlich fallen lassen dürfe, weil er sich wenigstens für die Liparite der liparischen Inseln, Mexicos und anderer Gegenden geltend machen lässt, wenn er auch nach v. Andrian für Ungarn kaum durchzuführen sein soll; Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 16, S. 408. Das bei Tolfa so verbreitete Gestein, welches G. vom Rath als Pechsteintrachyt beschreibt, dürfte zu den quarzfreien Lipariten gehören; dasselbe ist durch Verkieselung meist gänzlich metamorphosirt und später von Alunit-Trümern und Gängen durchzogen worden. Die Trachytpechsteine Islands, welche daselbst viel verbreiteter sind, als der Obsidian, scheinen gleichfalls keinen erkennbaren Quarz zu enthalten, während sie sehr häufig durch Feldspathkrystalle porphyrartig erscheinen.

Als Mittelgesteine zwischen den Rhyolithen und Lipariten sind wohl ausser den Pechsteintrachyten auch diejenigen in Ungarn sehr verbreiteten Gesteine zu betrachten, welche v. Richthofen Lithoidite genannt hat. Ihre Grundmasse hat einen sehr unvollkommen muscheligen, etwas splitterigen Bruch und nur schwachen Fettglanz; sie ist selbst in Kanten nicht mehr durchscheinend, und meist schwarz, grau oder roth gefärbt. Diese Gesteine sind durch eine sehr deutliche lamellare Structur ausgezeichnet, indem meist verschieden gefärbte, sehr dünne und oft kaum papierdicke, aber fest mit einander verschmolzene Lamellen in völlig paralleler Anordnung eine Grundmasse bilden, in der theils Sanidinkrystalle, theils Sphärolithe eingewachsen sind, um welche sich

*) *Trans. of the geol. soc.* [2], vol. II, p. 201. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich auch an manchen Felsitporphyren; vergl. B. II, S. 685.

die Lamellen in wellenförmigen Biegungen fortwinden; Quarzkörner kommen jedoch nicht vor. Häufig wechseln mit den lithoidischen Lagen andere von obsidianartiger oder perlitartiger Beschaffenheit, wodurch denn einerseits die nahe Verwandtschaft dieser Gesteine zu den Rhyolithen erwiesen wird, während sie anderseits von den Lipariten mit lamellarer Structur kaum zu unterscheiden sind.

Ausser den Sanidinen und Sphärolithen kommen bisweilen auch eigenthümliche blasenraumähnliche Gebilde vor, welche v. Richthofen Lithophysen nennt: erbsen- bis faustgrosse Aufblähungen, welche durch viele bogenförmige Zwischenwände mehr oder weniger regelmässig gekammert sind, so dass sie bisweilen im Querbruche einigermaassen an die Querschnitte gekammerter Cephalopodenschalen erinnern; die Kammerwände selbst bestehen aus der Gesteinsmasse, sind aber, ebenso wie der ganze Blasenraum, mit sehr kleinen weissen Krystallen eines noch nicht bestimmten Minerals dicht überdrust*). Szabó betrachtet diese Lithophysen als eine eigenthümliche Modification der Sphärolithbildung, in deren Begleitung sie gewöhnlich vorkommen.

Dergleichen Lithoidite finden sich sehr ausgezeichnet bei Telkibanya, Szántó, Tokaj und an vielen anderen Orten, wo überhaupt Rhyolithe auftreten; besonders ausgezeichnet sind die Varietäten vom Giral bei Mád, wo sie theils von rother, theils von lavendelblauer Farbe vorkommen, und wo namentlich die blauen aus vollkommen ebenflächigen, fast papierdünnen, aber mit einander nicht fest verwachsenen Lamellen bestehen, so dass das Gestein spaltbar ist wie Thonschiefer. Auch am Taupo-See auf Neuseeland finden sich charakteristische Varietäten mit flach gedrückten Lithophysen**).

Andere Mittelglieder zwischen den Rhyolithen und Lipariten sind dadurch ausgezeichnet, dass in einer krystallinisch-körnigen oder dichten Grundmasse zahlreiche Glaskörner eingeschlossen sind. Fr. Hoffmann beschrieb dergleichen Gesteine von der zwischen Lipari und Stromboli gelegenen Felseninsel Basiluzzo. Das eine dieser Gesteine enthält in einer röthlichgrauen erdigen Grundmasse viele kleine Krystalle von Sanidin und Glimmer, ausserdem aber auch zahlreiche, hellgraue, emailähnliche Körner, welche lagenweise in Parallelstreifen von 1 bis 3 Zoll Abstand versammelt sind, wodurch das Gestein nicht nur eine vollkommen plane Parallelstructur, sondern auch eine sehr auffallende plattenförmige Absonderung erhält. Innig verbunden mit diesem ist ein anderes, graulichweisses, granitähnliches Gestein: ein körniges Aggregat von schaumig aufgeblähtem Sanidin und Glimmer, welches von Streifen derselben Emailkörner durchzogen wird***). Ein sehr granitähnliches Gestein beobachtete G. vom Rath

*) Diese fast mikroskopisch kleinen Krystalle zeigen tafelförmige Gestalten, und sind kein Quarz. K. v. Hauer analysirte die »Ausfüllungsmasse« der Lithophysen, und fand sie fast übereinstimmend mit der Masse des Gesteins, bei einem Gehalte von 76 Procent Kieselsäure. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1866, S. 99.

**) Zirkel, in v. Hochstetters Geologie von Neuseeland, S. 113.

***) Hoffmann, in Poggend. Ann. B. 26, 1832, S. 16 f.; auch Abich, über die Natur der vulc. Bildungen, 1841, S. 85, wo noch bemerkt wird, dass die erstere Varietät oft bimssteinähnlich wird.

in grosser Verbreitung am unteren und mittleren Theile des Monte Amiata in Toscana. Dasselbe besteht sehr vorwaltend aus Sanidin und schwarzem Glimmer, etwas Oligoklas und wenig Augit, die ein krystallinisch-körniges Aggregat bilden; darin sind zahlreiche lichtgraue Körner eingestreut, welche zwar eine täuschende Aehnlichkeit mit Quarz besitzen, allein nach ihrer geringeren Härte, nach ihrem spezifischen Gewichte (2,35 . . . 2,37), nach ihrem optischen Verhalten und ihrer chemischen Zusammensetzung als wirkliche Glaskörner erkannt wurden.

**Alaunstein.** Anhangsweise müssen wir hier noch des Alaunsteins gedenken, dessen Bildung besonders an gewisse Liparite geknüpft zu sein scheint, obgleich sie auch stellenweise innerhalb der Trachyttuffe Statt gefunden hat. Im ersteren Vorkommen begegnen wir wenigstens in Ungarn und bei Tolfa im Kirchenstaate.

Bei Beregbszász in Ungarn ist ein quarzführender Liparit sehr verbreitet; er liegt daselbst auf Perliten, welche von Bimsstein-Tuffen und Conglomeraten unterteuft werden, als deren Fundament bei Muszaly Grünsteintrachyt zu erkennen ist. Dieser Liparit zeigt im normalen Zustande eine weisse felsitische Grundmasse, in welcher zahlreiche Quarzkrystalle und opalartige Einschlüsse nebst sehr kleinen Sanidinen enthalten sind. Innerhalb seiner zahlreichen Cavitäten und Klüfte hat sich nun Alunit gebildet, und die so entstandenen Aggregate von Liparit und Alunit sind es, welche Alaunstein oder Alaunfels genannt, und nach Beudant als körniger und dichter Alaunstein unterschieden werden.

Der körnige Alaunstein ist gewöhnlich weiss und sehr hart, von zerfressener und zelliger Structur, mit platten, horizontal liegenden Cavitäten, deren Durchmesser meist 1/4 bis 1 Zoll beträgt, und deren Wände mit Alunit überdrust sind; auch die felsitische Gesteinsmasse enthält neben Quarz und Opal einzeln eingesprengte Rhomboëder von Alunit, während in den Hohlräumen, innerhalb einer erdigen blauen Masse, lose Krystalle von Quarz, mitunter auch von Baryt (Volnyn), vorkommen.

Der dichte Alaunstein ist theils weiss, theils roth oder dunkelgelb, minder hart und ausserordentlich porös, aber meist frei von grösseren Cavitäten; er zeigt einen flachmuscheligen, erdigen und matten Bruch, und ist in allen seinen Poren mit Alunit imprägnirt; Quarz enthält er nur sehr selten; in den bisweilen vorkommenden grösseren Zellen finden sich aber gleichfalls Barytkrystalle.

Gleichwie die erste Varietät sehr ausgezeichnete Mühlsteine, so liefert die zweite sehr gute Bausteine; übrigens ist der Alunit stellenweise viel reichlicher angehäuft, und erscheint auch bisweilen in Trümern von theils körniger, theils faseriger Structur.

Alle Verhältnisse sprechen für die Ansicht, dass der Alaunstein von Beregbszász durch eigenthümliche, auf Klüften und Spalten aus der Tiefe heraufwirkende metamorphische Processe gebildet worden ist, wie diess v. Richthofen ausführlich gezeigt hat*).

Aehnlich ist das Vorkommen des Alunites bei **Tolfa**, von welchem noch

*) Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1861, S. 261 ff.

neuerdings G. vom Rath eine sehr lehrreiche Beschreibung geliefert hat. Dort befinden sich die Lagerstätten des Alunites in einem ursprünglich pechsteinähnlichen, schwärzlichbraunen Trachyte (Liparite?) mit Sanidin, Glimmer und sehr wenig Augit, welcher aber grösstentheils durch eine tief eingreifende Verkieselung zu einem, theils röthlichweissen und roth gefleckten, theils schneeweissen, hornsteinähnlichen Gesteine umgebildet worden ist. Dieses so auffallend metamorphosirte Gestein wird nun von mächtigen, meist senkrechten Gängen durchsetzt, welche sich vielfach verzweigen, schliesslich auskeilen, und den Alunit nebst dem von A. Mitscherlich nachgewiesenen Löwigit enthalten; beide Mineralien imprägniren auch das poröse und löcherige Nebengestein, welches dann als Alaunstein erscheint*).

Offenbar waren es auch hier eigenthümliche, aus der Tiefe heraufwirkende Ursachen, durch welche nicht nur die Umwandlung des Nebengesteins, sondern auch die Bildung des Alunites bewirkt worden ist.

### §. 485. *Trachyte*, *Dacite*, *Phonolithe*.

Die Trachyte sind durch den Mangel an sichtbarem Quarz und durch die Gegenwart von Sanidin charakterisirt, welcher entweder allein, oder zugleich mit Oligoklas vorhanden ist**); ausser diesen beiden Feldspathen erscheinen noch häufig Hornblende und dunkelfarbiger Glimmer. Die mehr oder weniger krystallinische Grundmasse ist rauh, mitunter porös, matt und meist hellfarbig, weiss, lichtgrau oder röthlich. Roth unterscheidet besonders zwei Hauptgruppen als Sanidintrachyt und Sanidin-Oligoklastrachyt.

a. Sanidintrachyt. Die meist krystallinische, bisweilen aber pechsteinähnliche Grundmasse enthält nur Sanidinkrystalle, aber keinen Oligoklas; neben dem Sanidine erscheint schwarze Hornblende, seltener brauner oder schwarzer Glimmer. Von accessorischen Gemengtheilen finden sich besonders Magneteisenerz, auch wohl Titanit, Sodalith und Augit.

Es sind nur wenige Gesteine aus dieser Gruppe bekannt; nach Zirkel gehören dahin die Lava del Arso und vom Monte de Vico auf der Insel Ischia***), gewisse Laven der azorischen Insel San Miguel, die Gesteine vom Monte Olibano bei Puzzuoli, vom Alsberge bei Bieberstein in der Rhön und von Raberthausen im Grossherzogthume Hessen, der Trachytkegel westlich von Déva in Sieben-

---

*) G. vom Rath, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 18, 1866, S. 595 ff., und A. Mitscherlich, im Journal für praktische Chemie, B. 83, 1861, S. 480 ff.

**) Zwar will v. Richthofen den Namen Trachyt blos für diejenigen Gesteine gebrauchen, welche keinen Sanidin, sondern nur Oligoklas enthalten. Dagegen erklärte schon Roth, es scheine ihm aus vielen Gründen unzulässig, die Oligoklas-Trachyte vorzugsweise als Trachyte zu bezeichnen; welcher Ansicht auch Zirkel beitritt.

***) Nach den neuesten Untersuchungen von G. vom Rath enthält jedoch die Lava del Arso in ihrer schwärzlichen porösen Grundmasse ausser dem vorherrschenden Sanidin (nebst dem schon von Abich erkannten Augit, Olivin und Glimmer) auch kleine Krystalle eines klinotomen Feldspaths. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 626.

tigen, endlich auch die bekannten Lesesteine vom Laacher See, welche durch ihren grossen Reichthum von accessorischen Bestandtheilen ausgezeichnet sind. Vielleicht sind Beudant's *trachytes granitoides* aus Ungarn, und die schieferigen, fast nur aus parallel über einander liegenden Feldspathlamellen bestehenden Trachyte ebenfalls hierher zu rechnen, welche Leopold v. Buch auf Teneriffa und Gran-Canaria beobachtete.

Diese Trachyte bilden die erste Abtheilung in G. Rose's schon im Jahre 1852 aufgestellten Uebersicht der trachytischen Gesteine, welche v. Humboldt im 4. Bande des Kosmos, S. 468 mitgetheilt hat. Zu denjenigen Varietäten, in welchen der Sodalith und Augit fast als wesentliche Gemengtheile auftreten, gehören nach G. vom Rath der Trachyt vom Monte di Cuma und M. Olibano in den phlegräischen Feldern bei Neapel, sowie der Trachyt von dem Felsengestade Scarrupata auf der Insel Ischia; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 608, 614 und 620.

Man könnte diese, blos Sanidin als feldspathigen Gemengtheil enthaltenden Trachyte Sanidinite nennen, und dann für die folgende Gruppe den einfachen Namen Trachyt beibehalten, wenn nicht das Wort Sanidinit bereits von Tschermak in einer etwas allgemeineren Bedeutung gebraucht worden wäre, indem er darunter alle, wesentlich Sanidin haltende Gesteine versteht, welche er dann weiter als Quarztrachyte und Trachyte unterscheidet. Die wesentlich nur Oligoklas haltenden Gesteine der Trachytfamilie vereinigt er unter dem Namen Mikrotinite, und unterscheidet solche mit Stache als Dacite und als Andesite, je nachdem sie quarzführend sind oder nicht.

b. Sanidin-Oligoklastrachyt, oder Trachyt in der engeren Bedeutung des Wortes. Diese weit häufiger vorkommenden Gesteine bestehen aus einer krystallinischen bis dichten, wesentlich feldspathigen Grundmasse, in welcher Krystalle von Oligoklas und Sanidin eingewachsen sind, zu denen sich oft noch Magnesiaglimmer, bisweilen auch Hornblende gesellt; Magneteisenerz ist meist in feinen Körnern eingesprengt, während Augit nur sehr selten vorzukommen scheint. Der Sanidin erscheint oft in recht grossen Krystallen, obgleich er der Menge nach dem Oligoklase gewöhnlich nachsteht, dessen Krystalle dagegen kleiner und undeutlicher ausgebildet zu sein pflegen.

Der bekannte Trachyt vom Drachenfels im Siebengebirge ist als eine ausgezeichnete typische Varietät dieser Gruppe zu betrachten; seine grossen Sanidinkrystalle sind theils tafelförmig, theils rectangulär säulenförmig, die ersteren bisweilen fast parallel gelagert, beide aber mitunter zerbrochen und in ihren Bruchstücken verschoben, welche zwei Erscheinungen beweisen, dass sie bereits fertig gebildet waren, während sich die umgebende Gesteinsmasse noch in einem plastischen und bewegten Zustande befand. An den Trachyt des Drachenfels schliessen sich andere Varietäten aus demselben Gebirge an; eben so gehören hierher das Gestein des Monte Amiata in Toscana, die eine Trachyt-Varietät von Tolfa im Kirchenstaate, die weissen Trachyte des Vissegrad-Pilsener Gebirges in Ungarn, sowie der Gegend von Déva und vom St. Annasee in Siebenbürgen*), gewisse Trachyte bei Kelberg in der Eifel, im Westerwalde und in den Euganeen.

*) Nach Stache, in der Geologie Siebenbürgens, S. 66, und im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 16, S. 300. Ob die rothen Trachyte derselben Gegenden hierher, oder

Die Sanidin-Oligoklastrachyte, auf welche sich ursprünglich der von Hauy e
geführte Name Trachyt bezog, bilden die zweite Abtheilung in G. Rose's Ueb
sicht der trachytischen Gesteine; Kosmos, B. IV, S. 469. Ihnen schliessen s
einigermaassen die Sanidin-Leucit-Trachyte an, welche im Ciminigebi
bei Viterbo sehr verbreitet und auch am Monte nuovo bei Neapel bekannt si
G. v. Rath, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 580 u. 613.

Auch der Domit der Auvergne, welchen G. Rose zu den Andesiten ste
dürfte nach Zirkel zu den Sanidin-Oligoklastrachyten gehören, da er, ausser den
durch Kosmann nachgewiesenen unzweifelhaften Oligoklaskrystallen, auch orthokl
Feldspathkrystalle zu enthalten scheint, während seine Grundmasse, selbst in d
Voraussetzung von vielem Sanidin, noch einen Ueberschuss von freier Kieselsä
ergiebt, welche sich nach Kosmann unter dem Mikroskope in feinen Quarzkörnc
darzustellen scheint. Da auch der Trachyt des Drachenfels überschüssige Kiesel
säure enthält, so scheint dieser Umstand allein nicht hinreichend, um den Dom
mit den Lipariten oder Quarztrachyten zu vereinigen. Kosmann, in Zeitschr. der
deutschen geol. Ges. B. 16, S. 665 f. Zirkel, Petrographie, II, 174.

Dacit. Schon im ersten Bande S. 620 und 621 wurde des bisweilig
Vorkommens von Quarz in den Trachyten gedacht*). Stache führt sehr aus-
gezeichnete Beispiele in den Trachyten von Sebes und Székelyó in Siebenbürg
auf, welche reich an Sanidin und Oligoklas sind, aber auch viele Quarzkörner
enthalten; mit ihnen bringt er andere quarzhaltige Sanidin-Oligoklastrachyte
(von Rodna, Magura und Kisbanya), sowie mehre quarzführende Andesite in
Verbindung, und schlägt für alle diese Gesteine den Namen Dacit vor, weil sie
besonders in dem ehemaligen Dacien sehr verbreitet sind.

Diese Dacite stehen nicht selten in ihrer äusseren Erscheinung den grün-
steinähnlichen Andesiten (oder Grünsteintrachyten v. Richthofens) sehr nahe,
unterscheiden sich jedoch von ihnen wesentlich dadurch, dass sie reicher an
Kieselsäure sind, was schon daraus ersichtlich wird, dass sie stets und oft reich-
lich freien Quarz ausgeschieden enthalten, und dass bei ihnen nicht selten
neben dem Oligoklas (oder Andesin), der Hornblende und dem Glimmer auch
Sanidin als Gemengtheil auftritt. Nach ihrer Farbe, sowie nach dem Verhält-
nisse zwischen der Grundmasse und den Einsprenglingen erscheinen sie in
zahlreichen Varietäten. Ihnen gehören vorzugsweise die Eruptionsgebiete der
Vlegyásza, des Szamos und des siebenbürgischen Erzgebirges an; ihrem Alter
nach dürften sie etwas jünger sein, als die grünsteinähnlichen Andesite**).
Nach v. Sommaruga schwankt ihr Gehalt an Kieselsäure zwischen 61 und
69 Procent.

---

schon zu den Andesiten gehören, diess bedarf vielleicht noch einer näheren Untersuchung.
Dasselbe dürfte von den merkwürdigen grünen Trachyten gelten, welche Stache von drei
verschiedenen Bergen des Vissegrad-Pilsener Gebirges als granatführende Trachyte be-
schreibt, weil sie rothen Granat, theils in Krystallen, theils derb enthalten.

*) Selbst der Trachyt des Drachenfels dürfte etwas Quarz im latenten Zustande ent-
halten, obgleich er nicht leibhaftig zu erkennen ist; denn die Analysen ergeben einen Ueber-
schuss an freier Kieselsäure; vergl. v. Dechen's Geognost. Führer in das Siebengebirge,
S. 81 f.

**) Geologie Siebenbürgens, von Fr. v. Hauer und Stache, S. 72 ff., sowie Oesterreichische
Revue, 7. Heft, 1866, S. 160.

Zu den quarzhaltigen Sanidin-Oligoklastrachyten gehört nach G. vom Rath auch der **Trachyt von Campiglia maritima**, bei Piombino in Toscana. Dieses Gestein enthält in einer dunkelfarbigen, fettglänzenden Grundmasse zahlreiche kleine Krystalle und Körner von Sanidin, Oligoklas und Quarz, dazu viele hexagonale Lamellen von dunkelbraunem Glimmer, und, als einen sehr interessanten Gemengtheil, violblauen Cordierit in kleinen, aber deutlich ausgebildeten Krystallen*). Dieses Vorkommen von Cordierit in einem unzweifelhaft vulcanischen Gesteine dürfte für die Genesis so mancher älteren cordieritführenden Gesteine eine grosse Bedeutung gewinnen.

**Phonolith.** Eine aus vorwaltendem Feldspath, aus Nephelin und Nosean bestehende, mikro- oder kryptokrystallinische, daher scheinbar homogene oder einfache Grundmasse bildet das eigentliche Substrat aller Phonolithe. In dieser eigenthümlichen Zusammensetzung ist es auch begründet, dass die Grundmasse in Salzsäure eine partielle Zersetzung mit Abscheidung von Kieselgallert erleidet, und dass sich bisweilen innerhalb derselben ein latentes, d. h. nicht leibhaftig erkennbares Mineral von zeolithartiger Natur entwickelt hat, durch welches ein Wassergehalt von 1 bis 5 Procent bedingt wird.

O. Prölss ist zwar geneigt, den Phonolith wegen seines Nephelingehaltes aus der Familie der trachytischen Gesteine auszuschliessen, und als ein selbständiges Glied zwischen dieser Familie und der Doleritfamilie hinzustellen; Neues Jahrb. der Min. 1866, S. 660. Da ihn jedoch der sehr charakteristische Sanidingehalt in sehr nahe Beziehung zu den Lipariten und Trachyten bringt, so glauben wir mit Zirkel, ihn einstweilen noch in der Trachytfamilie belassen zu können.

Der Feldspath ist höchst wahrscheinlich Sanidin, von welchem auch sehr gewöhnlich grössere Krystalle in der Grundmasse eingesprengt sind, und mit welchem der in Salzsäure unzersetzbare Antheil derselben in seiner chemischen Zusammensetzung wesentlich übereinstimmt. Der Nephelin ist gleichfalls bisweilen in recht deutlichen Krystallen erkannt, übrigens aber theils durch Zirkel's mikroskopische Untersuchungen unzweifelhaft nachgewiesen, theils aus den chemischen Analysen erschlossen worden. Der Nosean wurde zuerst durch G. vom Rath in eigenthümlichen leucitführenden Phonolithen des Olbrück und anderer Berge unweit des Laacher Sees, in deutlich erkennbaren Krystallen nachgewiesen, bald nachher auch durch K. v. Fritsch in den Phonolithen des Hegau erkannt; neuerdings aber hat Zirkel durch mikroskopische Untersuchung von 26 verschiedenen Phonolith-Varietäten aus der Lausitz, aus Böhmen, aus der Rhön, aus Central-Frankreich und anderen Ländern den Beweis geliefert, dass der Nosean als ein fast überall vorhandener Gemengtheil der phonolithischen Grundmasse zu betrachten ist**).

Das quantitative Verhältniss dieser Gemengtheile scheint sehr zu schwanken, daher denn auch das Verhältniss des in Säure löslichen und des unlöslichen

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 18, S. 640.

**) G. vom Rath, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 12, S. 33 f. und B. 16, S. 102 ff.; K. v. Fritsch, im Neuen Jahrb. für Min. 1865, S. 662 ff.; Zirkel, in den Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, 1867, S. 206, und in Poggend. Annalen, 1867, S. 298 ff.

Antheils der Grundmasse in verschiedenen Varietäten sehr verschieden (etwa von 16 : 84 bis 55 : 45) befunden worden ist. Dasselbe gilt auch von dem zeolithischen Bestandtheile, welcher, als ein Product der Zersetzung des Nephelins und Noseans, in der Grundmasse so gleichmässig diffundirt ist, dass er gar nicht sichtbar hervortritt; auch von ihm wird bald mehr, bald weniger vorhanden sein, während er in manchen Fällen wohl gänzlich fehlen kann; der Wassergehalt des Gesteins dürfte ein ungefähres Anhalten zur Beurtheilung seiner Menge darbieten, während er bei der Behandlung mit Säuren zugleich mit dem Nepheline und Noseane ausgeschieden wird.

Die Grundmasse der Phonolithe zeigt sehr häufig eine Anlage zu dickschieferiger Structur, kraft welcher sich das Gestein in tafelförmige Stücke spalten lässt; mit dieser Structur ist auch gewöhnlich eine plattenförmige Absonderung verbunden, welche ganze Berge und Ströme des Phonolithes durchsetzt, und bei den ersteren oft eine um die Axe des Berges kegelförmig geordnete Stellung der Platten erkennen lässt, während in den Strömen die Platten mehr oder weniger horizontal zu liegen pflegen.

Unter denen in der Grundmasse eingewachsenen Gemengtheilen ist der Sanidin besonders wichtig, dessen meist tafelartige Krystalle sehr häufig vorkommen, und dem Gesteine eine porphyrische Structur verleihen; dabei liegen diese Krystalle mit ihren breiten Seitenflächen gewöhnlich der Schieferung parallel, zum Beweise, dass sie ursprünglich und unmittelbar vor oder während der Erstarrung des Gesteins gebildet worden sind. Ein zweiter, oft vorhandener Gemengtheil ist Hornblende, in kleinen, schwarzen, nadelförmigen Krystallen; weit seltener erscheinen Glimmer oder Augit. Dagegen ist Titanit, in sehr kleinen honiggelben Krystallen, als ein zwar sparsamer, aber doch sehr oft vorhandener accessorischer Gemengtheil hervorzuheben, welcher besonders den hellgrau gefärbten Phonolithen eigen zu sein scheint. Magneteisenerz ist nicht selten in sehr feinen Körnern eingesprengt; auch der Nephelin und der Nosean erscheinen bisweilen in kleinen, aber wohl erkennbaren Krystallen, sowie der Leucit in gewissen Varietäten; dagegen sind Olivin und Hauyn nur äusserst selten, Quarzkörner aber noch niemals in einem Phonolithe erkannt worden.

Manche Phonolithe enthalten Blasenräume und andere unregelmässig gestaltete Cavitäten, welche dann gewöhnlich mit verschiedenen zeolithischen Mineralien, mit Natrolith, Chabasit, Analcim, Desmin, Apophyllit, Comptonit, oder auch mit Kalkspath und Hyalith theilweise erfüllt sind, und sehr schöne Drusen liefern. Da allen diesen Ausfüllungen ihr Material durch die Zersetzung der Grundmasse geliefert worden ist, so zeigen dergleichen Varietäten des Phonolithes gewöhnlich eine hellfarbige, weiche und oft poröse Grundmasse.

Die eigenthümliche, durch ihre zahlreichen und deutlichen Noseankrystalle ausgezeichnete Phonolith-Varietät, welche in der Gegend des Laacher Sees am Olbrückberge, Burgberge, Lehrberge und in anderen Kuppen auftritt, wurde von G. vom Rath unter dem Namen Noseanphonolith aufgeführt, der allerdings ganz passend erscheinen musste, so lange es noch nicht bekannt war, dass der Nosean ein

meiner Bestandtheil der Phonolithe sei. Denn das Gestein zeigt wirklich die im Phonolith auszeichnenden Merkmale, »es sondert sich meist in Tafeln ab, es giebt im Glaskolben erhitzt Wasser, gelatinirt mit Säuren, enthält in einer schimmernden, fast dichten Grundmasse Sanidinkrystalle ausgeschieden; so dass der Name Phonolith gewiss gerechtfertigt ist.« Die im frischen Zustande dunkelgrüne oder dunkelbraune, aber meist schon verwitterte und daher gebleichte Grundmasse enthält nun viele Krystalle von Nosean und Sanidin, ausserdem in sehr untergeordneter Menge Magneteisenerz, Glimmer, Augit und Titanit; was aber dem Gesteine ein besonderes Interesse verleiht, das ist das Vorkommen zahlreicher, fast mikroskopisch kleiner Leucitkrystalle. Am Perlerkopfe, ebenfalls im Gebiete des Lacher Sees, findet sich ein ähnliches oder doch nahe verwandtes Gestein, welches, ausser dem Nosean und Sanidin, auch noch Melanitkrystalle umschliesst, weshalb es von G. vom Rath unter dem Namen Nosean-Melanitgestein beschrieben worden ist*). Laspeyres folgert aber aus der chemischen Analyse desselben, dass es auch Leucit enthalten müsse; indem er nun auf diesen Leucitgehalt das grössere Gewicht legt, auch zugleich die von G. vom Rath untersuchten Leucitophyre von Rieden, welche Leucit, Nosean, Sanidin und Augit enthalten, berücksichtigt, gelangt er zu dem Resultate, dass es wohl am zweckmässigsten sein dürfe, diese drei »Pseudophonolithe«, nämlich den Noseanphonolith, das Nosean-Melanitgestein und den Riedener Leucitophyr, unter dem Namen Nosean-Leucitgestein zu vereinigen**).

Bei der hier vorliegenden Frage dürften die neuesten Untersuchungen von Zirkel sehr zu berücksichtigen sein, welcher in so vielen Phonolithen einen früher gar nicht geahnten Gehalt an Nosean nachgewiesen hat. Zwar ist dieser Gemengtheil, selbst in dünn geschliffenen Gesteinslamellen, mit freiem Auge oder mit der Loupe nur selten erkennbar; unter dem Mikroskope aber ist er vortrefflich wahrzunehmen, und zwar genau mit denselben Eigenthümlichkeiten der Structur, wie sie in den Noseankrystallen des Olbrücker Noseanphonolithes zu beobachten sind.

## §. 486. *Andesite und Trachydolerite.*

**Andesit.** Diese sehr verbreiteten und wichtigen Gesteine der Trachytfamilie wurden zuerst im Jahre 1835 durch Leopold v. Buch unter dem Namen Andesit eingeführt, weil man damals erkannt hatte, dass sehr viele, in den vulcanischen Bergen der Anden Südamerikas vorkommende Gesteine von dem eigentlichen Trachyte mehr oder weniger abweichen, unter dessen Namen sie aufgeführt worden waren. Obgleich nun v. Humboldt es als einen »unheilbringenden Versuch« bezeichnete, für eine Trachyt-Art einen Namen einzuführen, welcher von einer über 1800 Meilen langen Gebirgskette entlehnt ist***), so haben wir dennoch mit Abich, Roth und Zirkel den Namen beibehalten zu müssen, weil so eigenthümlich zusammengesetzte Gesteine überhaupt eines besonderen Namens bedürfen, und weil diese Gesteine in den Anden Südamerikas wirklich sehr verbreitet und zuerst erkannt worden sind.

---

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 14, S. 655 ff.

**) G. vom Rath, über den Leucitophyr von Rieden, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 16, S. 90 ff.; Laspeyres, ebendaselbst, B. 18, S. 346 f.

***) Kosmos, B. IV, S. 474; auch S. 634, wo es bedauert wird, dass er selbst zweimal das »Unrecht« begangen habe, sich des »viele Verwirrung erregenden Namens Andesit« zu bedienen; und S. 636, wo dieser Name als eine »veraltete Mythe« bezeichnet wird.

Die Andesite bilden, ohne jedoch unter diesem Namen aufgeführt zu werden, die dritte und vierte Abtheilung in G. Rose's Uebersicht der trachytischen Gesteine. Es sind lauter Gesteine von porphyrischer Structur; Oligoklas ist in beiden Abtheilungen der charakteristische Feldspath; der Unterschied beider ist aber darin begründet, dass die dritte Abtheilung durch Hornblende (und Magnesiaglimmer), die vierte Abtheilung durch Augit, als zweiten wesentlichen Gemengtheil, ausgezeichnet ist. Kosmos, B. IV, S. 470 und 471.

Da manche Andesite krystallinische Quarzkörner umschliessen, so könnte man sie zunächst als quarzfreie und quarzhaltige Andesite unterscheiden. Roth und Zirkel legen jedoch auf den schon von G. Rose hervorgehobenen Unterschied der Hornblende und des Augites, als zweiten Gemengtheil, ein grösseres Gewicht, und unterscheiden demgemäss Hornblend-Andesite und Augit-Andesite. Wir folgen ihnen einstweilen in dieser Eintheilung, obgleich es gewisse Andesite zu geben scheint, in denen nur Glimmer, als zweiter wesentlicher Gemengtheil, auftritt, und obgleich manche Hornblend-Andesite auch noch Augit, und manche Augit-Andesite auch noch Hornblende enthalten.

1. Hornblend-Andesite. Diese Abtheilung wird dadurch charakterisirt, dass in der Grundmasse des Gesteins Krystalle oder krystallinische Körner von Oligoklas, sowie Krystalle von Hornblende eingewachsen sind. Die meisten hierher gehörigen Andesite erscheinen quarzfrei; einige enthalten aber auch Quarz als ausgeschiedenen Gemengtheil, wonach denn Zirkel die Hornblend-Andesite in zwei Gruppen bringt.

a. Quarzfreie Hornblend-Andesite. Eine mikrokrystallinische bis dichte Grundmasse mit eingesprengten Krystallen von Oligoklas und Hornblende, zu denen sich wohl auch Glimmerkrystalle gesellen; feine Körner von Magneteisenerz sind oft eingestreut, während Sanidin und Quarz vermisst werden. Als accessorische Gemengtheile erscheinen Titanit, Olivin und Augit, jedoch letzterer immer nur sehr sparsam. Verschiedene graue und grüne Farben sind die gewöhnlichen, doch kommen auch dunkelbraune, schwärzliche und röthliche Varietäten vor. Der Gehalt an Kieselsäure schwankt meist zwischen 59 und 62 Procent, oder nach v. Sommaruga zwischen 53 und 61 Procent.

Dieser Gruppe entspricht recht eigentlich die dritte Abtheilung der »dioritartigen Trachyte« G. Rose's. Zu ihr gehört ein grosser Theil der trachytischen Gesteine des Siebengebirges bei Bonn, wie namentlich das Gestein der Wolkenburg und des Stenzelberges, eben so das Gestein von Montabaur im Herzogthume Nassau; ferner sind hierher zu rechnen die meisten sogenannten Grünsteintrachyte und grauen Trachyte v. Richthofen's, welche in Ungarn und Siebenbürgen eine so grosse Verbreitung gewinnen, die Gesteine des Kasbek im Kaukasus, der Vulcane von Toluca und Orizaba in Mexico, des Vulcans von Puracé in Neu-Granada, sowie (nach Prölss) der Vulcane Coseguina, Rincon, Chiriqui und Orosi in Central-Amerika.

Die Grünsteintrachyte v. Richthofen's, welche Zirkel mit zu diesen Andesiten rechnet, zeigen meist eine dunkelgrüne, zuweilen eine rauchgraue braune oder schwärzliche Farbe; in der Grundmasse liegen Krystalle von Oligoklas und von Hornblende, welche letztere, wie schon Beudant bemerkte, sehr häufig eine faserige Textur, einen seidenartigen Glanz und geringe Härte, über-

haupt alle Merkmale einer begonnenen Zersetzung erkennen lassen; einer Zersetzung, die sich auch dadurch kund giebt, dass das Gestein mit Säuren etwas aufbraust. Augit gesellt sich bisweilen zu der Hornblende, welche jedoch stets vorwaltend bleibt. Diese grünen Andesite Ungarns sind der Verwitterung stark unterworfen, wobei sie braun und gelb werden, und einer oft tief eingreifenden Auflockerung unterliegen. Bei Schemnitz finden sich Varietäten mit ausgezeichneter kugelförmiger Absonderung, ohne dass sich ein Unterschied in der Beschaffenheit der Kugeln und der übrigen Gesteinsmasse zu erkennen giebt. Diese Gesteine stehen allerdings den Dioritporphyren sehr nahe, und sind auch früher als Grünsteine aufgeführt worden. Für Ungarn und Siebenbürgen erlangen sie deshalb eine grosse Wichtigkeit, weil die edlen Erzlagerstätten dieser Länder an das Vorkommen derselben gebunden sind.

Das von Breithaupt mit dem Namen Timazit belegte Gestein von Gamsigrad in Serbien scheint nur eine sehr schöne krystallinische Varietät von Hornblend-Andesit zu sein. Dass die, wesentlich aus einem klinotomen Feldspathe, aus Glimmer und Hornblende bestehenden, in ihrem Habitus ausserordentlich schwankenden Gesteine, welche im Banate eine so wichtige Rolle spielen, weshalb sie v. Cotta unter dem Namen Banatit zusammenfasst, gleichfalls zu dieser Abtheilung der Andesite gehören, diess ist sehr wahrscheinlich. Vergl. v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1865, S. 41. Dagegen dürften die von Hohenegger aus der Gegend von Teschen unter dem Namen Teschenit beschriebenen Gesteine, ungeachtet ihrer von Madelung hervorgehobenen Analogieen mit den Banatiten, von den Andesiten zu trennen sein, weil ihr feldspathiger Bestandtheil Anorthit ist.

Die grauen Trachyte v. Richthofen's, welche in Ungarn weit verbreiteter sind, als die Grünsteintrachyte, haben genau dieselbe mineralische Zusammensetzung, wie diese; nur ist die Hornblende vollkommen spaltbar und stark glänzend, auch zeigt die bald dichte, bald poröse Grundmasse keine Spur von grüner Färbung. Sie widerstehen der Verwitterung weit mehr, als die grünen Andesite, und erhalten dabei eine dünne, an dem frischen Gesteine scharf abschneidende Verwitterungsrinde. Bei gleichem mineralischen Bestande und ganz ähnlicher chemischer Zusammensetzung*) sind diese grünen und grauen Hornblend-Andesite Ungarns dennoch als zwei verschiedene Gesteine aus einander zu halten, wie sie sich denn auch in ihren geotektonischen Verhältnissen und nach ihrem Alter auffallend verschieden erweisen. Stache hat diese Trennung auch für Siebenbürgen anerkannt, und v. Andrian bestätigte sie für die Gegend von Schemnitz und Kremnitz.

b. Quarzhaltige Hornblend-Andesite. Hierher gehören diejenigen Gesteine Siebenbürgens, welche Stache andesitische Quarztrachyte nennt. In einer dichten bis feinkörnigen Grundmasse von schwärzlicher, grünlichgrauer oder brauner Farbe sind krystallinische Körner von Oligoklas und Quarz, sowie Hornblende und meist auch Glimmer eingewachsen. Dergleichen Gesteine finden sich in der östlichen Flanke des Vlegyásza-Gebietes. Ferner

*) Wie noch kürzlich durch die Analysen von v. Sommaruga und v. Andrian bewiesen worden ist, weshalb denn der erstere beide unter dem Namen Andesit vereinigt.

sind wohl hierher zu rechnen die von Stache als grünsteinartige Quarztrachyte aufgeführten und, bis auf ihren Quarzgehalt, den Grünsteintrachyten v. Richthofen's sehr ähnlichen Gesteine der Gegend von Nagyág, Offenbánya und Verespatak*). Auch stellt Zirkel wegen ihres hohen Kieselsäuregehaltes mehre von Abich beschriebene und analysirte Gesteine des Kaukasus und Armeniens in diese Gruppe, obgleich der Quarz nur in einem derselben, nämlich in dem Gesteine von Besobdal, als wirklich sichtbar angegeben wird.

2. Augit-Andesite. In ihrer äusseren Erscheinung sind sie den Hornblend-Andesiten ziemlich ähnlich, und von selbigen nur dadurch verschieden, dass bei ihnen nächst dem Oligoklase Augit als zweiter wesentlicher Gemengtheil auftritt. Obwohl sie grösstentheils frei von Quarz sind, so finden sich doch auch einige quarzhaltige Varietäten, weshalb denn Zirkel abermals zwei Gruppen unterscheidet.

a. Quarzfreie Augit-Andesite. Sie kommen am häufigsten vor, und sind dadurch charakterisirt, dass in einer mehr oder weniger deutlich krystallinischen (selten dichten) Grundmasse Oligoklas und Augit in Krystallen oder krystallinischen Körnern eingewachsen sind; auch findet sich wohl daneben Hornblende ein, jedoch bleibt der Augit immer vorwaltend. Nicht selten ist auch Olivin vorhanden, wie denn Magneteisenerz gleichfalls fein eingesprengt vorkommt. Der Gehalt an Kieselsäure schwankt zwischen 55 und 59 Procent.

Zu dieser Gruppe, welche die vierte Abtheilung in G. Rose's Classification der trachytischen Gesteine bildet, gehören nach diesem gründlichen Forscher die Gesteine des Pic von Teneriffa, der mexicanischen Vulcane Popocatepetl und Colima, des Chimborazo, Antisana, Cotopaxi und Tunguragua in Quito, wie denn überhaupt diese Gesteine wohl die ersten waren, für welche Leopold v. Buch den Namen Andesit in Vorschlag brachte. Ferner sind nach Zirkel viele isländische Laven, sowie nach v. Seebach die olivinreiche Lava des Izalco in Central-Amerika hierher zu rechnen**). Auch das Gestein vom Gipfel der Löwenburg im Siebengebirge, welches wesentlich aus einem triklinen Feldspathe, der höchst wahrscheinlich Oligoklas ist, aus Augit, Olivin und Nephelin besteht, dürfte nach v. Dechen und G. vom Rath den quarzfreien Augit-Andesiten am nächsten verwandt sein***).

b. Quarzhaltige Augit-Andesite. Der Quarzgehalt dieser Gruppe ist nur aus dem, durch Abich's Analysen nachgewiesenen Kieselsäure-Gehalte der betreffenden Gesteine erschlossen worden, welcher mehr oder weniger über 60 Procent hinaufgeht, und in der Voraussetzung, dass der feldspathige Gemengtheil Oligoklas sei, einen Ueberschuss von freier Kieselsäure ergiebt, der als

*) Geologie Siebenbürgens, S. 73 und 77; die zugleich sanidinhaltigen Gesteine sind bereits oben unter dem Namen Dacit erwähnt worden, den wir allerdings in einer etwas engeren Bedeutung genommen haben.

**) Karl v. Seebach, über den Vulcan Izalco, 1865, S. 18.

***) Geognostischer Führer in das Siebengebirge, S. 137.

Quarz interpretirt wird. Wenn sich diess wirklich so verhält, dann würden allerdings die vorhin genannten Gesteine des Chimborazo, Antisana und Cotopaxi, sowie anderer Vulcane von Quito, auf welche sich die meisten jener Analysen beziehen, in diese Gruppe zu verweisen sein. Andere Vorkommnisse mit deutlich ausgebildetem Quarze sind wohl bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

**Trachydolerite.** Diese Gesteine, welche Oligoklas oder Labrador, Augit und Hornblende enthalten, dürften nach Zirkel grösstentheils mit den quarzfreien Augit-Andesiten zu vereinigen sein. Sie stehen sowohl nach ihrer mineralischen als auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung mitten inne zwischen der Trachyt- und Basaltfamilie, daher sie denn auch bisweilen einen wesentlichen Antheil an der Bildung gewisser basaltischer Gebirge genommen haben, wie diess z. B. im Vogelsgebirge der Fall ist. Nach den sehr genauen chemischen und mikroskopischen Untersuchungen von Deiters gehören mehre Gesteine des Siebengebirges, sowie nach den Untersuchungen von Tschermak auch die bisher so genannten Trachyte von Banow in Mähren zu den Trachydoleriten *). Wegen ihrer Eigenschaften verweisen wir auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 629 über sie gesagt worden ist.

Von den **klastischen** oder **deuterogenen** Gesteinen der Trachytfamilie gilt noch ungefähr Dasselbe, was ebendaselbst S. 672 f. über sie bemerkt wurde; nur ist noch dazu zu fügen, dass viele Trachyt-Conglomerate und Tuffe von **Andesiten** ihr Material bezogen, und dass auch die Liparite und Perlite bisweilen zur Bildung von Breccien und Conglomeraten beigetragen haben.

## B. Geotektonische Verhältnisse der Gesteine der Trachytformation.

### §. 487. *Geotektonische Verhältnisse der Trachyte und Andesite.*

Die **Trachyte** und **Andesite** zeigen verschiedene Lagerungsformen; gewöhnlich erscheinen sie in **isolirten Bergen**, welche über ihre Umgebungen auffallend emporragen, bisweilen eine sehr regelmässige, **kuppelförmige** oder **domförmige** Gestalt besitzen, oft eine **reihenförmige** oder **gruppenförmige** Anordnung zeigen, aber selbst dann, wenn sie zu einem einzigen Bergsysteme verbunden sind, noch dadurch eine gewisse Selbstständigkeit beurkunden, dass oftmals jeder einzelne Berg aus einer besonderen Gesteins-Varietät besteht.

So verhält es sich z. B. im Siebengebirge bei Bonn, so in einigen Trachytgruppen Ungarns, und in vielen anderen trachytischen Regionen; doch kommt es auch vor, dass die zu einem Systeme gehörigen Berge eine auffallende Identität ihres Gesteins zeigen, wie diess mit den grünen und grauen Andesiten, mit den rothen und weissen Trachyten Ungarns und Siebenbürgens, auch in Frankreich mit dem Puy-de-Dôme und den übrigen vier aus Domit bestehenden Bergen der Fall ist. In Betreff der ungarischen Andesite hebt es v. Richthofen hervor, dass die

*) **Tschermak**, im Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1858, S. 63 ff. und **Deiters**, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 13, S. 99 f.

grünen Andesite (Grünsteintrachyte) durch rundliche, gewölbte, glocken- und kuppelförmige Berge ausgezeichnet sind, während die grauen Andesite gewöhnlich in schroffen, zackigen Gipfeln aufragen. — Die meisten dieser Trachytberge sind wohl als ursprüngliche Kuppen (I, 900) zu betrachten, deren Masse an Ort und Stelle entweder unmittelbar aufgethürmt, oder auch durch Erhebung aufgetrieben worden ist.

Sehr nahe verwandt mit dem vorigen ist das bisweilige Vorkommen des Trachytes im Mittelpunkte von Krateren, deren Boden er entweder bildet, oder aus deren Grunde er als eine centrale Kuppe aufragt.

Ein paar ausgezeichnete Beispiele der Art kennt man in den phlegräischen Feldern bei Neapel, nämlich an der Solfatara, und an den Bergen von Camaldoli und Astroni; drei aus Bimssteintuff bestehende Kraterberge, deren Inneres aus Trachyt besteht, welcher im Berge von Camaldoli den ebenen Kraterboden von Pianura, im Berge von Astroni dagegen einen über 200 Fuss hohen Kegel bildet. Ein schönes Seitenstück zu der Pianura liefert die Caldera von Vandama auf der Insel Gran Canaria; ein kreisrunder, 1000 Fuss tiefer Krater, gebildet von ringsum nach aussen abfallenden Tuff- und Basaltschichten, während sein Boden aus Trachyt besteht.

Die Trachyte erscheinen bisweilen auch in der Form von Strömen oder Decken, welche letztere, wenn sie mit trachytischen Tuff- und Conglomeratschichten wechseln, als mächtige Trachytlager erscheinen. Diese Arten des Vorkommens sind es insbesondere, durch welche die Trachyte mit der Lavaformation in Verbindung gebracht werden; auch nehmen dergleichen mächtige Trachytlager an der Zusammensetzung grosser Kraterberge, wie des Cantal und Mont-Dore in Centralfrankreich, einen wesentlichen Antheil. Den Andesiten scheint diese Lagerungsform fremd zu sein.

So ist der dem Epomeo auf Ischia entflossene Lavastrom del Arso ein Trachytstrom, dessen Gestein manchen älteren Trachyten ganz ähnlich ist. Am Fusse der Solfatara bei Neapel hat sich der aus einer Spalte ausgeflossene Trachyt wie ein Strom über die Tuffschichten ergossen, und am Monte Olibano findet sich nach Abich gleichfalls ein unzweifelhafter, auf Tuffschichten gelagerter Trachytstrom. In den colossalen Krateren des Cantal und Mont-Dore wechseln mehrfach sehr mächtige lagerhafte Trachytgebilde mit trachytischen Conglomeraten und Tuffen. Lecoq ist sogar der Ansicht, dass sich die Trachyte des Mont-Dore und Puy-de-Dôme ursprünglich in weit ausgebreiteten Decken abgelagert haben. Viele Trachyt-Decken und Ströme des Cantal haben eine breccienartige Beschaffenheit, indem ihr Gestein aus eckigen Fragmenten von Trachyt besteht, welche durch Trachytmasse verbunden sind; sie stellen eruptive Reibungsbreccien dar, welche an manche Breccien und Conglomerate der Porphyre erinnern. Ebenso zeigt nach G. vom Rath der Trachyt am Monte di Cuma in den phlegräischen Feldern eine conglomeratartige Beschaffenheit, indem die äusseren, zuerst erstarrten Massen zerbrochen und von dem noch flüssigen Materiale umhüllt worden sind. Aehnliche Verhältnisse, wie am Cantal und Mont-Dore, wiederholen sich nach Leopold v. Buch an dem grossen Circus, welcher den Pic von Teneriffa umgiebt; auch dieser besteht aus mächtigen Trachytdecken, die auf Tuff gelagert sind. Sehr ausgezeichnete Ströme von Trachyt finden sich am Mont-Dore; dort sieht man zwischen dem Puy-de-Cliergue und Puy-de-la-Grange fünf solcher Ströme, zwischen dem Capucin und dem Roc Courlande vier dergleichen. Diese Ströme sind vollkommen erhalten, und lassen sich ganz so verfolgen, wie neuere Lavaströme; ihr Gestein ist ein homogener, grauer Trachyt.

Der Trachyt wie der Andesit erscheint auch nicht selten in **Gängen**, welche theils die Schichten der Trachyt- oder Basaltformation, theils auch die Schichten oder Gesteinsmassen anderer Formationen durchsetzen, bisweilen als Lagergänge ausgebildet, und insofern von Wichtigkeit sind, weil sie die aus unerreichbarer Tiefe heraufdringenden Wurzeln aller übrigen Lagerungsformen darstellen.

So kennt man im Siebengebirge fünf Gänge von 3 bis 20 Fuss Mächtigkeit, welche in den dortigen Trachytconglomeraten aufsetzen, theils aus Trachyt, theils aus Andesit bestehen, und folglich beweisen, dass auch nach der Ablagerung jener klastischen Gesteine abermals Eruptionen von Trachyt und Andesit Statt gefunden haben müssen; v. Dechen, Geogn. Führer in das Siebengeb. S. 177. Zehler giebt auch einen Trachytgang im Andesit an. Wichtiger sind die von G. vom Rath beschriebenen Andesitgänge innerhalb des Trachytes, weil sie beweisen, dass im Siebengebirge der Trachyt dem Andesite vorausgebildet worden ist; Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges, 1861, S. 38. Ein ähnliches Verhältniss zu einander zeigen die beiden herrschenden Andesit-Varietäten Ungarns und Siebenbürgens, welche v. Richthofen als Grünsteintrachyt und grauen Trachyt unterschied. Bei Kapnikbánya wird nämlich der grüne Andesit von prächtig aufgeschlossenen **Gängen** des grauen Andesites durchschnitten, welcher letztere sich auch im oberen Theile des Dorfes **über** dem ersteren ausbreitet; Reibungsconglomerate von grosser Ausdehnung begleiten diese Gänge. Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich bei Nagybánya, sowie an der Gränze beider Andesite im Grossgrubner Berge bei Felsöbanya. Vergl. v. Richthofen, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1861, S. 232, 235 und 243.

In den Euganeen, wo die Hauptmasse des Trachytes und Andesites in grösseren und kleineren **Kuppen** ausgebildet ist, sind auch **Gänge** nicht selten, welche theils den dortigen Kalkstein, theils ältere Trachytmassen durchsetzen; G. vom Rath beschreibt unter mehren sehr interessanten Beispielen auch eines, wo der Andesit als Lagergang zwischen Mergelschichten der Nummulitenformation auftritt, und ein anderes, wo ein Gang von schwarzem Trachyt an seiner Gränze gegen weissen Trachyt als Pechsteinporphyr ausgebildet ist. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 16, S. 477 ff. Auf der Insel Ischia setzen Trachytgänge im Bimssteintuff auf. Am Cantal gehören sie zu den häufigen Erscheinungen, und unterscheiden sich sehr auffallend durch ihre Farbe, ihre Structur, oft auch durch ihr mauerartiges Hervortreten von den sie einschliessenden Gesteinen. Bald treten sie sporadisch auf, wie in den Thälern der Jordanne, von Dienne und von Falgou; bald erscheinen sie in grosser Menge nahe beisammen, wie am Fusse des Griou, und im Hochthale der Cère, welches von ihnen wimmelt. Sie haben verschiedene Richtungen, nähern sich aber meist der verticalen Lage, sind gewöhnlich 1 bis 3 Meter mächtig, und ihren Salbändern parallel plattenförmig, zuweilen auch prismatisch abgesondert. Einige derselben durchsetzen alle Gesteine, vom Fusse bis zum Gipfel der Berge; gewöhnlich aber verlieren sie sich in anderen, massigen Ablagerungen. *Burat, descr. des terrains volc. de la France centrale*, p. 71. Auch am Mont-Dore giebt es viele Trachytgänge, welche grösstentheils das ganze System durchsetzen, bisweilen auch sich auf der Oberfläche zu Decken ausbreiten; ihre Mächtigkeit beträgt 1 bis 25 und 30 Meter, und ihre Anzahl ist besonders an einigen Stellen sehr gross, wie im Val d'Enfer und im Hochthale der Dordogne. Auch mächtige Gangstöcke kommen vor; einer derselben bildet den dôme du Capucin; ein anderer, welcher durch sehr schöne säulenförmige Absonderung ausgezeichnet ist, liegt am Wege nach dem Cacadogne. *Burat*, a. a. O. S. 126 f.

Die **Structur** der Trachyte und Andesite erscheint zwar im Allgemeinen

massig und ungeschichtet; doch ist bisweilen eine bankförmige Absonderung vorhanden, welche einigermaassen an Schichtung erinnert, und in einzelnen Fällen die Merkwürdigkeit zeigt, dass sie der äusseren Form der betreffenden Trachytberge genau entspricht. Ausserdem kommt besonders säulenförmige, noch häufiger plattenförmige Absonderung vor, welche letztere meist ebenflächig, selten krummflächig ist.

Der Puy-de-Sarcoui in der Auvergne, dieser durch seine regelmässig glockenförmige Gestalt so ausgezeichnete Domit- oder Andesitberg ist in deutliche Bänke oder mächtige Schichten abgesondert, welche in ihrer Form und Ausdehnung der Oberfläche des Berges folgen; (I, 909). Der Sanidin-Oligoklastrachyt von Tolfa im Kirchenstaate besitzt nach G. vom Rath eine auffallend regelmässige bankförmige Absonderung; die Bänke sind 2 bis 4 Fuss mächtig, und stellenweise so regelmässig gelagert, dass man glauben könnte, ein geschichtetes Gebirge vor sich zu haben; sie zerfallen durch die Verwitterung in Kugeln, welche sich endlich zu Sand auflösen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 595. Manche Andesite Ungarns, wie z. B. diejenigen Varietäten, welche Beudant als *Trachyte porphyroïde* und *T. semi-vitreux* aufführt, zeigen eine plattenförmige Absonderung, zuweilen so dünn, wie die Phonolithe, welchen überhaupt diese, eben so wie viele plattenförmige Trachyte Centralfrankreichs, sehr ähnlich sein sollen. Nach Stache sind im Vissegrad-Pilsener Gebirge besonders die grauen Andesite sehr deutlich und vollkommen einer plattenförmigen bis bankförmigen Absonderung unterworfen; dasselbe bestätigt v. Andrian für das Schemnitz-Kremnitzer Trachytgebiet, wo der graue Andesit überall mit grosser Regelmässigkeit plattenförmig abgesondert erscheint; die Platten sind 3 bis 8 Zoll dick, liegen fast immer horizontal, oder sind nur sanft wellenförmig gebogen. Da sie oft von verticalen Klüften durchschnitten werden, so bilden sich im Laufe der Zeit jene schroffen, pfeilerförmigen Felsgipfel aus, welche für diese Andesit-Varietät so charakteristisch zu sein pflegen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1866, S. 299 und 378. Die säulenförmige oder prismatische Absonderung kommt an manchen Trachyten in grosser Vollkommenheit vor; der aschgraue Trachyt am Gipfel des Mont-Dore zeigt sie so schön, wie man sie nur an Basalten zu sehen gewohnt ist. Im Ausgange des Baranco von Taganana auf Teneriffa sah Leopold v. Buch einen grauen Trachyt in prächtige Säulen zerspalten, welche ungefähr so, wie die Basaltsäulen des Werregotsch bei Aussig nach oben büschelförmig divergiren. Aus den Euganeen erwähnt G. v. Rath mehrere Beispiele von säulenförmiger oder prismatischer Absonderung trachytischer Gesteine, wie denn solche im Siebengebirge gleichfalls sowohl an Trachyten als auch an Andesiten bekannt ist. — Die eigenthümliche cylindrische oder spitzkegelförmige und schalige Absonderung des Andesites am Stenzelberge im Siebengebirge wurde bereits im ersten Bande S. 906 erwähnt.

## §. 488. *Geotektonische Verhältnisse der Liparite.*

Die Liparite oder Trachytporphyre, deren petrographische Eigenschaften im ersten Bande S. 617 f., sowie vorher S. 303 f. geschildert worden sind, scheinen in ganz ähnlichen Lagerungsformen aufzutreten, wie die Felsitporphyre und wie viele Trachyte; doch sind ihre Verhältnisse nicht immer mit Sicherheit zu ermitteln, und im Allgemeinen noch wenig erforscht.

Auf den Ponza-Inseln sollen ihre Verhältnisse recht deutlich entblöst sein; dort sind es nach Abich mächtige gangförmige Gebirgsglieder, welche vertical auf-

steigend und zu förmlichen kleinen Gebirgsketten entwickelt, lange Felsenkämme mit steilen Abstürzen bilden. Diese Massen setzen in einem weichen, fast zerreiblichen Gesteine auf, das bald wie Trachytconglomerat, bald wie Bimssteintuff erscheint. Das Ganggestein selbst ist theils schieferig, theils porphyrartig, prismatisch abgesondert und wird an seinen Gränzen stets von pechsteinartiger glasiger Masse eingefasst, deren bunte Färbung seltsam gegen das weisse Nebengestein absticht. — Auf den liparischen Inseln treten die Liparite nicht in Gängen, sondern mehr in stromähnlichen Ablagerungen auf. Im Allgemeinen aber sollen nach Abich die Liparite älter sein als die Trachyte. Am Monte Guardia auf Ponza durchbricht der Trachyt den Trachytporphyr, und breitet sich auf einer Tuff- und Geröllschicht als eine 240 F. mächtige Ablagerung aus.

In Ungarn, wo die Liparite in so grosser Manchfaltigkeit der Varietäten vorkommen, da lassen sich nach Beudant diese Varietäten gar nicht von einander trennen; sie bilden eine und dieselbe Masse, ohne irgend eine Abtheilung. Alles hängt stetig zusammen, und es findet nicht einmal eine Verschiedenheit der Lage Statt; denn die verschiedenen Varietäten kommen ohne Unterschied bald an der Oberfläche, bald in der Tiefe vor, und sind dermaassen durch einander gemengt, dass es oft unmöglich ist, einen nur cubikmetergrossen Block zu finden, welcher durchaus dieselbe Beschaffenheit hätte. Dasselbe gilt auch von den beiden Arten der quarzfreien und quarzführenden Liparite, welche zwar räumlich gesondert sind, an ihren Gränzen aber so allmälig in einander übergehen, dass es nicht möglich ist, zu sagen, wo der eine aufhört und der andere beginnt; auch sie gehören einer und derselben Masse an, welche sich hier so, und dort anders ausbildete. — Ueber die Stellung dieser ungarischen Liparite bemerkt Beudant, dass sie allemal den Trachytbergen vorliegen, an welche sie sich dergestalt anlehnen, dass sie die Vorberge derselben bilden. Diess ist durch v. Richthofen's classische Studien vollkommen bestätigt worden; die Gesteine der Rhyolithgruppe, sagt er, legen sich wie Schmarotzer an das Trachyt- und Andesitgebirge an, begleiten es längs seinen Flanken und Abfällen, treten aber nie auf den Höhen desselben auf; auch hebt derselbe mehrorts das Schwanken der Gesteinsbeschaffenheit hervor.

Als die eigentlichen Lagerungsformen der ungarischen Liparite sind vorzüglich Kuppen, nächst ihnen aber Decken und Gänge zu erwähnen, während eigentliche Ströme bei ihnen nicht vorzukommen scheinen. Die felsitischen Rhyolithe, sagt v. Richthofen, zeichnen sich durch ihre Massen-Eruptionen aus, welche zwar niemals denen der Trachyte gleichkommen, dennoch aber das Gestein fähig machen, selbst dort, wo es nur das Product eines Ausbruchs ist, selbständige Berge und Gebirge zu bilden. Der vorgeschrittene Grad der Abkühlung machte es diesen Rhyolithen möglich, sich zu so steilen und hohen isolirten Kegeln aufzuthürmen, wie der Kelemenhegy bei Oroszi, östlich von Bereghszász*). Die Verhältnisse sind also ähnliche, wie auf den Inseln des tyrrhenischen Meeres, und dürften sich auf gleiche Weise in den Euganeen wiederholen.

»Die Kuppenform ist den ungarischen Lipariten hauptsächlich eigen. Es sind mächtige Massen, welche meist aus Spalten von geringer Längenausdehnung empor gedrungen zu sein scheinen, und sich zu domförmigen Kuppen erheben. Das schönste Beispiel liefert der Kelemenhegy bei Oroszi, ein vollständig isolirt in der Ebene stehender Berg. Zu noch grösserer Höhe erhebt sich nicht weit davon

*) Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 11, 1861, S. 188 f.

der Kovászóhegy; auch an den Bergen von Déda, Bégany, Zapszony und Kaszony, westlich von Bereghszász finden sich solche kuppenförmige Anhäufungen von Liparitmasse, während sich dieselbe Lagerungsform in vorzüglicher Klarheit an den drei isolirten Bergen bei Nagy-Mihály wiederholt.«

»Nahe verwandt mit dieser Lagerungsform ist die der Decken, welche gewissermaassen nur ausgebreitete Kuppen sind, und meist aus dünnflüssigerem Materiale entstanden sein mögen. Sehr deutlich scheint diese Form an der Liparitmasse zwischen Rodna und Szent-György im nordöstlichen Siebenbürgen ausgebildet zu sein; ausserdem lässt sie sich nicht leicht mit Bestimmtheit nachweisen; angedeutet erscheint sie aber z. B. an dem stark zersetzten, einem Mühlsteinporphyr ähnlichen Gesteine im Thalgrunde von Telkibánya, bei Szántó u. a. O.«

Gänge bilden zwar die Grundform, in welcher die Liparite (und die Dacite) dem Erdinnern entstiegen sind; doch sind sie der Beobachtung nur selten zugänglich, weil die Gebirge meist gänzlich von Tuffen umhüllt werden, weshalb man fast nur diejenigen sieht, welche diese Tuffe oder die älteren Rhyolithe durchsetzen, wie am Kelemenhegy, bei Szántó und Telkibánya. Das ausgezeichnetste gangartige Vorkommen beobachtete v. Richthofen an der Dacitmasse des Illova-Thales im nordöstlichen Siebenbürgen. Eine mächtige stockförmige Masse drängt sich hier durch die horizontalen Schichten der Eocänformation, von welchen der Dacit colossale Blöcke umschliesst; ausserdem zweigen sich noch mehre Gänge von dem Gangstocke ab und durchsetzen, in vortrefflicher Weise entblöst, die Schichten des eocänen Sandsteins. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, 1861, 197 f. u. Geol. Siebenb. 342.

Durch v. Hochstetters und Zirkels schöne Beobachtungen sind die Liparite auch auf der nördlichen Insel Neuseelands und auf Island nachgewiesen worden; dort besonders am Wairoa-Wasserfalle bei Temu und am Tauposee bei Totara, hier in dem schroffen Kegelberge Baula und in dem mächtigen Felsen Arnarhnipa. Auch in Mexico spielen die Trachytporphyre bei Tlalpujahua und Real del Monte eine wichtige Rolle; sie sind dort, wie in Ungarn, mit Perliten vergesellschaftet, aber nach ihren Lagerungsformen noch wenig bekannt.

Nach den neuesten Mittheilungen von Virlet d'Aoust sollen die mexicanischen Trachytporphyre, Rhyolithe und Trachyte über der dortigen Kreideformation in weit ausgebreiteten Decken von regelmässiger Schichtung und Aufeinanderfolge gelagert sein; er betrachtet sie daher als Repräsentanten der Tertiärformation, ja, als ursprünglich sedimentäre, aber völlig metamorphosirte Ablagerungen (!). *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 23, *p.* 29 ff. Wir erwähnen diess, um daran zu erinnern, zu welchen Extremen die Ansicht von der Metamorphose oder Metasomatose der Gesteine verführen kann.

Die Liparite zeigen ausser der gewöhnlichen, unregelmässig polyëdrischen Absonderung, auch wohl schichtenähnliche Absonderungen, wenn sie nämlich mit der eigenthümlichen Parallelstructur versehen sind, welche sie fast wie schieferige Gesteine erscheinen lässt. Auch prismatische Absonderung wird häufig an ihnen beobachtet.

Der Liparit der Insel Ponza ist so beständig in kleine, aber sehr regelmässige Prismen abgesondert, dass er von Poullet Scrope mit dem Namen *prismatic trachyte* belegt wurde. Man sieht sehr vollkommene, fünf- bis sechsseitige Prismen, welche nur einige Zoll stark sind; sie haben verschiedene Richtungen, und obwohl sie im Allgemeinen ziemlich vertical stehen, so findet man doch auch büschelförmige oder bündelförmige Gruppen, welche bald horizontal, bald geneigt liegen; die Axen der Säulen stehen aber stets rechtwinkelig auf den Gränzflächen der betreffenden Ab-

lagerung. Auch auf der Insel Palmarola ist die Säulenbildung sehr schön entwickelt; an ihrer Nordküste sieht man prächtige Colonnaden von 100 bis 200 Fuss Höhe; dabei sind viele Säulen gegliedert, und die Brandung des Meeres hat Höhlen gebildet, welche an die Fingalshöhle erinnern. Uebrigens bemerkt Scrope ausdrücklich, dass die fein gestreifte oder schieferige Structur, welche diesen Porphyr auszeichnet, ganz ungestört durch diese Säulen hindurchsetzt, sie mögen eine Lage haben, welche es auch sei. Diess erinnert an die ähnliche Unabhängigkeit derselben Structur von der prismatischen Absonderung, wie sie so häufig in den Felsitporphyren beobachtet wird.

In gleicher Vollkommenheit wie auf Ponza und Palmarola wiederholt sich die säulenförmige Absonderung an dem Liparite der 3000 Fuss hohen Pyramide des Baula in Island. Das Gestein ist in die schönsten und regelmässigsten, drei- bis neunseitigen Prismen getheilt, deren grösste Fragmente oft 9 Fuss lang und 1 Fuss dick sind, während andere nur als fingerdicke zierliche Stängel erscheinen. Auf der Westseite ist dieser Liparit so dünnschieferig, dass er sich durch die Verwitterung in Lamellen wie die Blätter eines Buches auflöst; die Schieferung setzt ganz ungestört aus einer Säule in die andere fort. Reise nach Island von Preyer und Zirkel, S. 117 u. 308.

## §. 489. *Geotektonische Verhältnisse der Rhyolithe.*

Die Rhyolithgruppe, sagt v. Richthofen, ist die Gruppe der natürlichen Glasflüsse; halten wir uns an diese Erklärung, so können wir auch erwarten, dass die Gesteine dieser Gruppe immer eine mehr oder weniger ausgezeichnete hyaline Beschaffenheit zeigen. Es sind nun besonders zwei hyaline Gesteine, welche als ziemlich selbständige Bildungen an der Zusammensetzung der Trachytformation Theil nehmen, nämlich der Perlit und der Obsidian; zu beiden gesellen sich aber die Bimssteine, welche nur als poröse oder zellige, schwammartig aufgeblähte Modificationen derselben betrachtet werden können.

Dass der Obsidian im Feuer bimssteinartig werde, diess wusste schon Theophrast und ist schon von Mackenzie und Faujas durch Versuche bewiesen worden, bei denen es gelang, aus Obsidian Bimsstein darzustellen. Die ausgezeichnetsten Varietäten des Bimssteins sind nichts anderes, als schaumig aufgeblähter Obsidian, wie auch die Analysen von Obsidianen und Bimssteinen aus einer und derselben Gegend beweisen. Abich glaubt, diese Bildung des Bimssteins, oder diese Entwickelung so zahlreicher Blasenräume im noch flüssigen Obsidiane werde dadurch bedingt, dass ein Theil des Kalis in der Schmelzhitze verflüchtigt werde. Vielleicht haben auch die bituminösen Stoffe einigen Antheil, deren Anwesenheit in manchen Obsidianen nachgewiesen worden ist.

Die Perlite erscheinen fast immer als Begleiter der Liparite, durch deren perlitische und sphärolitische Varietäten auch förmliche petrographische Uebergänge vermittelt werden. Sie gehören aber zu den seltneren, bis jetzt nur in wenigen Ländern nachgewiesenen Gesteinen, und sind, als unzweifelhaft vulcanische Gesteine, besonders durch ihren Wassergehalt, so wie durch ihre oft sehr deutliche Parallelstructur und Schichtung ausgezeichnet. Sie bilden gewöhnlich Decken oder breite Ströme, bisweilen auch Gänge, und sind in Ungarn mit eigenthümlichen Bimssteinen verbunden, welche sich als Perlitbimssteine bezeichnen lassen. Ungarn, die Euganeen, die Ponza-Inseln

und Mexico sind als einige der wichtigsten Gegenden ihres Vorkommens zu nennen.

In Ungarn spielt der Perlit eine besonders wichtige Rolle, indem er über grosse Räume des dortigen Trachytgebirges vertheilt ist, an dessen Abhängen und Rändern die Perlitströme abgelagert sind.

Wie manchfaltig aber auch dort die Varietäten dieses Gesteines sein mögen, so sind sie doch auf das Innigste mit einander verbunden, finden sich meist alle zugleich in einer und derselben Ablagerung, und bilden gewöhnlich keine gesonderten Gebirgsglieder. Doch sind sie nicht alle gleich häufig, indem die Perlite mit glasiger Masse sehr vorwalten, die steinartigen und bimssteinartigen Varietäten aber nur untergeordnete Lagerstöcke, Schichten und Nester innerhalb jener bilden.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die Parallelstructur und Schichtung der ungarischen Perlite. Die typischen, körnigschaligen Varietäten, welche zumal zwischen Tokai und Telkibánya so verbreitet sind, erhalten sowohl durch lagenweisen Wechsel in der Grösse des Korns, als auch durch gestreifte und gebänderte Farbenzeichnung eine, selbst in Handstücken sehr deutlich zu erkennende plane Parallelstructur, welche bald ebenflächig fortläuft, bald wellenförmig oder zickzackförmig gebogen ist. In den sphärolithischen Varietäten sind auch die Sphärolithkörner oft regelmässig in parallele Flächen vertheilt, so dass ganz dünne Lagen mit und ohne dergleichen Kugeln beständig abwechseln. Bei Tolcsva und Benye kommen mikroskopisch feine sphärolithische Varietäten vor, deren fast schieferige Parallelstructur durch äusserst dünne Lagen von abwechselnd schwarzer und rother oder aschgrauer Farbe bestimmt wird, dabei aber gewöhnlich stark undulirt oder im Zickzack gestaucht ist. — Mit dieser Parallelstructur ist nun eine Spaltbarkeit und oftmals auch eine regelmässige plattenförmige Absonderung des Gesteins verbunden, weshalb die Perlite eine vielfältige Anwendung als Bausteine finden; so unter andern die schöne Varietät von Tolcsva unweit Tokai, welche in ihrer rothen steinartigen Grundmasse fast zollgrosse, eisengraue, strahlige Kugeln enthält, und in 3 bis 4 Zoll dicke horizontale Platten abgesondert ist. — Endlich zeigen die Perlite auch eine förmliche Schichtung, welche durch ganze Ablagerungen verfolgt werden kann. Die Schichten sind bald horizontal und eben, bald tausendfältig gewunden, geben sich aber doch meist als solche Parallelmassen zu erkennen, welche gleichzeitig und aus einem Gusse entstanden, und nicht successiv über einander abgelagert wurden.

Was die Lagerungsformen der Perlite betrifft, so erscheinen solche, wenigstens in Ungarn, meist als Ströme und flach ausgebreitete Decken; ihr Material brach aus Spalten am Fusse des Trachytgebirges in grossen Strömen hervor, und folgte bei seinem Fortfliessen jeder kleinen Böschung des Terrains. Daher treten die dortigen Perlite niemals in förmlichen Gebirgen, oder in selbständigen hohen Kuppen auf, wie die Liparite; vielmehr zeigen sie stets und im vollsten Sinne diejenigen Eigenschaften, welche der Name Rhyolith ausdrücken soll. Sie scheinen überhaupt in sehr dünnflüssigem Zustande hervorgebrochen zu sein, und breiten sich daher oft in dünnen Schichten über grössere Flächen aus, oder bilden auch bisweilen Lager innerhalb der Tuffe*).

Seltener sind Gänge von Perlit, obgleich solche nothwendig vorhanden sein müssen, weil sie die erste oder anfängliche Lagerungsform dieses erup-

*) Vergl. v. Richthofen, a. a. O. S. 187 und 198.

tiven Gesteins innerhalb der von ihm durchbrochenen älteren Gesteine darstellen.

Es sind besonders die Gegenden von Schémnitz, Tokai und Telkibánya, wo die Perlitbildung auftritt. Im Schemnitzer Districte ist sie zwar weniger verbreitet, lässt aber sehr deutlich ihre innige Verknüpfung mit Lipariten oder Trachytporphyren erkennen. Nach v. Pettko soll sich das ganze trachytische Gebirge von Schemnitz und Kremnitz als ein einziger grosser Circus betrachten lassen. In der Mitte dieses Circus erfüllen die Perlite und sphärolithischen Porphyre einen elliptischen Raum, welcher vom Andesite und Trachyte wie von einem Ringgebirge umgeben wird, dessen Durchmesser 5 bis 6 Meilen beträgt, und dessen Gipfel über die Perlitregion aufragen. Der Szitna bei Schemnitz, die Skalka und der Klak bei Kremnitz, der Sattelberg bei Königsberg sind solche überragende Gipfel dieses Ringgebirges, an dessen inneren Abhängen die genannten drei Bergstädte liegen, während das berühmte Hlinik den Mittelpunkt des Circus einnimmt. Die Gran hat diesen Circus von Jalna bis Königsberg durchbrochen und in zwei Hälften getheilt. Haidinger's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwiss. B. III, S. 208 f. und Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, B. II, 1856.

Weit mehr verbreitet ist die Perlitbildung in der Gegend von Tokai, wo sie zu grossen Höhen aufragt und zwischen dem Hernad und Bodrog, sowie von Tallya bis Telkibánya, über einen Raum von vielen Quadratmeilen vertheilt ist.

Ganz ausgezeichnete Beispiele von Perlitströmen liefert die Gegend von Telkibánya: am Uebergange vom Gönczer Thale nach diesem Orte erhebt sich einer der schönsten Vulcane; weit herab nach der engen Schlucht dieses Thales ziehen sich die Perlitströme, und nordwärts sind sie in ähnlicher Weise mit dem verschiedensten petrographischen Charakter zu verfolgen; ihnen schliessen sich Bimssteinströme an, welche zu den wenigen noch erhaltenen gehören.

Ziemlich gleich scheint das Verhalten des Perlites in Mexico zu sein. Ueber den Trachytconglomeraten von Villa-seca bei Zimapan ruht in 6300 Fuss Höhe der durch v. Humboldt und Sonnenschmidt bekannt gewordene feueropalhaltige Perlit und Liparit. Diese Gesteine sind bald bräunlichroth mit lavendelblauen Flecken, bald lavendelblau mit rothen Flecken, oft auch gestreift; die Streifung erscheint gerade oder undulirt, und theils stetig fortsetzend, theils unterbrochen, indem sich die rothe Masse oft in nierförmigen Concretionen von der grauen absondert. Höher aufwärts findet sich nur die perlgraue Varietät mit scharf ausgesonderten concentrischschaligen Kugeln von grünem Pechstein, der auch endlich in weit ausgedehnten Massen von schmutzig nelkenbrauner Farbe auftritt, bis ganz zuletzt auf dem Gipfel röthlichgrauer Trachyt folgt. Die ganze Ablagerung dieser hyalinen Gesteine, einschliesslich des oberen Trachytes, ist etwa 340 Fuss mächtig. Die Perlite sowie die unter ihnen liegenden Trachytconglomerate und plattenförmigen Trachytporphyre bilden eine Art von wannenförmigem Schichtensystem, dessen Schichten von allen Seiten der Mitte des Berges Cerro de Villa-seca zufallen. Der Opal findet sich im unteren Theile der Perlitablagerung, in der Form von Trümern, Nestern und Nieren. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico, S. 297 ff. Nach de Saussure soll auch der Vulcan von San Andrès in Mexico grossentheils aus einem blaulichen, porcellanähnlichen Perlite bestehen.

Für das gangartige Vorkommen des Perlites sprechen die von Poullet-Scrope und Abich auf der Insel Palmarola beobachteten Thatsachen. An der Nordspitze dieser Insel sieht man mitten im schieferigen Trachytporphyr eine 25 bis 30 Fuss mächtige Parallelmasse von Perlit, welche vertical aufsteigend zu beiden Seiten in den Porphyr übergeht, sie besteht aus blaulichgrauem, durch schwarze obsidianähnliche Lagen gestreiftem Perlit. Abich bemerkt, dass das schieferige Ganggestein von Palmarola, welches dem wahren *Perlite lithoide* entspricht, zumal an der Punta

di Tramonte, viele Gänge bildet, welche sich manchfaltig an einander hinwinden. Nach Delesse setzen auch auf der Insel Sardinien, am Monte Santo Padre und auf der Insel S. Pietro, Perlitgänge im Trachyte auf; und Da Rio erwähnt einen dergleichen Gang am M. Pendise in den Euganeen, auf der Seite gegen Teolo hin*). Delesse, *Bull. de la soc. géol.* [2] t. 11, p. 108; und Da Rio, *Orittologia Euganea*, p. 38. Schon Spallanzani fand in den Euganeen unterhalb Bajamonte einen über 9 Fuss mächtigen Perlitgang, und v. Richthofen sah dergleichen Gänge bei Telkibanya und Bereghszász.

Der Perlitbimsstein Ungarns bildet sich allmälig aus dem Perlite heraus; seine weissen oder grauen, seideglänzenden faserigen Massen wechseln oft lagenweise mit glasigem Perlit, was selbst in Handstücken beobachtet werden kann; auch bildet er Lagerstöcke im Perlit. Besonders häufig entwickelt er sich aus dem porphyrartigen und pechsteinartigen Perlit; seine Blasenräume sind sehr eng, langgezogen, einander alle parallel gestreckt, und zugleich in parallelen Flächen vertheilt, daher sich das Gestein spalten lässt. Seltener kommt schwarzer Perlitbimsstein mit sehr vielen Blasenräumen vor; auch er bildet Lager oder Stöcke im Perlit.

Der Obsidian, dieses in vollkommen glasartigem Zustande erstarrte Material verschiedener Gesteine der Trachytformation, findet sich besonders in der Nähe und am Abhange solcher vulcanischer Berge, die hauptsächlich aus Trachyt oder Andesit bestehen, und bildet gewöhnlich Ströme und ähnliche Ablagerungen, selten Gänge**). In der Regel wird er von Bimsstein begleitet, welcher theils an der Oberfläche der Obsidianströme, theils auch in selbständigen Strömen vorkommt. In Mexico ist jedoch der Obsidian mit sphärolithischen Trachytporphyren verbunden, in welchen er Lager bildet. Uebrigens hat der Obsidian und noch weit mehr der Bimsstein in der Form von losen Auswürflingen das Material zu mancherlei, oft weitverbreiteten klastischen Gesteinen geliefert.

Auf Teneriffa sind am nordwestlichen und nördlichen Abhange des Pic viele Obsidianströme herabgeflossen: mächtige Ströme von Glas, nach oben voll von Poren und Blasenräumen, welche alle in der Richtung des ehemaligen Fortfliessens gestreckt sind; weiter unten wird die Masse mehr pechsteinähnlich, und noch tiefer ein braunes, feinsplitteriges Gestein. Auch das sogenannte *Malpays* ist ein gewaltiger Obsidianstrom, der sich aus dem Fusse des Piton (des höchsten Kegels) hervordrängt, und weiter abwärts in mehre Arme theilt; wo dieser Strom steil herabstürzt, da liegt das Glas auf der Oberfläche in der Form von dünnen, gedrehten Tauen durch einander, und von den Seiten hängen grosse Glasthränen herab. Oben erscheint die Masse wie grünlichschwarzes Bouteillenglas, tiefer im Strome minder glänzend, braunlichschwarz und pechsteinähnlich, mit ausserordentlich vielen Feldspathkrystallen, die nach der Tiefe immer häufiger werden. An der Oberfläche selbst ist das Glas oft schaumig aufgebläht, wie Bimsstein; »es ist hier völlig deutlich, wie der Bimsstein durch Aufblähung des Obsidians entsteht; vielleicht

---

*) Dieser Gang ist vielleicht derselbe, welchen G. v. Rath am Kamme des M. Pendise als einen handbreiten Streifen zwischen einem Gange dunkelfarbigen Trachytes und der Hauptmasse des weissen Trachytes beobachtete, weshalb man ihn nur für eine Contactbildung erklären möchte. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 16, S. 478 und 495.

**) Mit dem eigentlichen Obsidiane dürfen die schwarzen basaltischen Gläser nicht verwechselt werden, welche so häufig an den Salbändern von Basalt- und Trappgängen vorkommen, und dem Tachylyte angehören. Schon Faujas unterschied zwei Arten von Obsidian, von denen die eine dem Tachylyte, die andere dem wirklichen Obsidiane entspricht.

durch Entweichung des Bergöls.« Leopold v. Buch, Phys. Beschr. der Canar. Inseln, S. 224 ff.

Auf Lipari liegt nach Hoffmann nördlich von Caneto der prächtige Krater des M. Campo Bianco, aus welchem sich ein ansehnlicher Lavastrom in das Meer hinabzieht, wo er das Capo Castagno bildet. Dieser Lavastrom besteht aus Obsidian und Bimsstein, welcher letztere in der Richtung des Stromes faserig ist, während der Obsidian in schmalen parallelen Glasstreifen mit dem Bimssteine abwechselt, so dass das ganze Gestein eine flaserige Structur und eine plattenförmige Spaltbarkeit besitzt.

Ueberraschend schön erhalten, sagt v. Richthofen, sind die Obsidianströme am Krater von Telkibánya; an mehren Stellen im Umkreise desselben sieht man die geneigten, allseitig abfallenden Schichten, welche von deutlichen Strömen der verschiedensten Laven unterbrochen werden.

Auf Island, in der Nähe des Berges Krafla, liegt der berühmte Obsidianstrom Hrafntinnufjall; derselbe zeigt zu oberst eine ziemlich mächtige Lage von Lava, dann folgt die erste Obsidianschicht; die zweite, von der ersten durch Lava getrennte Schicht ist über 3 Fuss mächtig, und erscheint stellenweise als ein schwarzer Bimsstein; die unterste Obsidianlage hat schon eine körnige und krummschalige Structur, alle drei aber liegen horizontal. Zirkel, Reise nach Island, S. 200. Ein anderer sehr interessanter Obsidianstrom findet sich östlich vom Hekla, am südwestlichen Fusse des Torfajökul; Schythe gab eine ausführliche Beschreibung desselben, welche Winkler in seinem Werke über Island, S. 57 ff. mittheilt.

In dem Trachytporphyrgebiete von Real del Monte in Mexico erhebt sich der Cerro de las Nabajas, welcher aus einem röthlichgrauen bis fleischrothen, dünnschichtigen, sphärolithischen Porphyr besteht, in welchem mehre, 8 bis 10 Zoll starke Obsidianlager auftreten, deren Gestein bald schwarz, bald grün, bald roth, und ebenfalls mit Sphärolithkugeln erfüllt ist, welche oft in parallele Lagen versammelt sind. Auf eine Stunde weit sieht man in diesem Gebirge Halden und Pingen, die von der ehemaligen Obsidiangewinnung der alten Mexicaner herrühren, da selbige das Gestein zu allerlei schneidenden Werkzeugen, zu Putz- und Hausgeräthen verarbeiteten.

Obsidiangänge kennt man z. B. am Cantal, wo sie alle auf einen kleinen Raum unweit des Cantalon, in der Schlucht von Bois-Grand, concentrirt sind; zwei derselben bestehen aus schwarzem, zwei andere aus grünem, und einer aus braunem Obsidian; doch sind sie kaum ein Meter mächtig. Nach de Saussure wird der Trachyt in der Umgebung des mexicanischen Vulcans San Andrès von zahlreichen und oft sehr mächtigen Gängen eines schwarzen Obsidians durchsetzt. *Bull. de la soc. géol.* [2], t. 15, p. 76 f.

Das durch seine Marekanitkugeln bekannte Gestein von der Marekanka unweit Ochozk scheint, nach dem von Herter mitgetheilten Profile, einen mächtigen Gangstock zu bilden, welcher nach oben sowie gegen Westen in Liparit übergeht, oder doch wenigstens von solchem begränzt wird. Beide Gesteine haben die Schichten der devonischen Formation durchbrochen und mehr oder weniger metamorphosirt, während dieselben Schichten gegen Ochozk hin durch den dort auftretenden Granit einer anderen Metamorphose unterlegen sind. Auf ganz ähnliche Weise wie an der Marekanka, nämlich in der Form von Kugeln, welche in Perlit eingeschlossen sind, scheint der Obsidian auch in der Tokaier Hegyallya vorzukommen; nach Szabó, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 16, 1866, S. 89.

### §. 490. *Geotektonische Verhältnisse der Phonolithe.*

Wenn auch die Phonolithe im Allgemeinen der Trachytformation zugerechnet werden müssen, und petrographisch mit den Trachyten weit enger als mit

den Basalten verbunden sind, so beurkunden sie doch durch ihr sehr selbständiges Auftreten inmitten einiger Trachytregionen, und dadurch, dass sie weit häufiger mit Basalten, als mit eigentlichen Trachyten vergesellschaftet sind, eine solche Eigenthümlichkeit des Wesens, welche berechtigt, sie wenigstens als eine ganz besondere Abtheilung der Formation anzuerkennen.

Uebergänge aus dem Phonolith in wirkliche Trachyte werden häufig erwähnt; so gedenkt ihrer Burat aus dem Velay, wo im Thale Costebelle und an den Felsen von Roffiac die Phonolithe ganz allmälig in Trachyte verlaufen sollen. Reuss erklärt, dass sich in Böhmen eine ununterbrochene Stufenreihe aus dem Phonolithe bis in den Trachyt verfolgen lasse, und dass es dort viele Gesteine gebe, welche zwischen beiden mitten inne stehen; weshalb er sie bald Trachyt, bald trachytähnlichen Phonolith nennt; v. Cotta hebt ähnliche Gesteine im Gebiete seines Untersuchungsfeldes als solche hervor, welche man kaum Phonolith nennen würde, wenn sie nicht mit den gewöhnlichen Varietäten durch Uebergänge verbunden wären. Es sind diess wohl dieselben Gesteine, welche später auch in der Rhön von Gutberlet als eine jüngere Gruppe der dortigen Phonolithe erkannt, und wegen ihrer porösen, rauhen und trachytähnlichen Beschaffenheit als trachytische Phonolithe bezeichnet wurden. Indessen unterscheiden sich diese, durch ihre meist hellgraue, erdige und rauhe Grundmasse allerdings trachytähnlichen Phonolithe Böhmens, der Lausitz und der Rhön besonders dadurch von den eigentlichen Trachyten, dass sie meist einen grossen Reichthum von zeolithischen Mineralien umschliessen, welche auf Klüften und in Blasenräumen oft in prächtigen Drusen ausgebildet, aber auch in der Grundmasse selbst vertheilt sind. Dieselben trachytähnlichen Varietäten kommen nach Theobald auch in der Gruppe des Mezenc vor.

Indem wir wegen der petrographischen Eigenschaften der Phonolithe auf dasjenige verweisen, was im ersten Bande S. 624 ff. und in gegenwärtigem Bande S. 311 ff. gesagt worden ist, so wenden wir uns jetzt zur Betrachtung ihrer geotektonischen Verhältnisse*).

Die Phonolithe stimmen in ihren Lagerungsformen mit den Trachyten überein. Auch sie erscheinen am häufigsten in isolirten Kuppen, welche meist als schroffe Felsen aufragen, oftmals eine sehr regelmässige kegel- oder glockenförmige Gestalt besitzen, theils sporadisch, theils gruppirt auftreten, aber auch im letzteren Falle die Eigenthümlichkeit zeigen, dass gewöhnlich jeder einzelne Berg aus einer besonderen Gesteins-Varietät besteht.

So erscheint der Phonolith in der Lausitz und in Böhmen; die imposante Glockengestalt des Donnersberges bei Milleschau, der spitze Pic des Kletschenberges, der zackige Felsen des Borzen bei Bilin, der Spitzberg bei Oderwitz und Spitz-

*) Nachträglich mag hier noch die petrographische Bemerkung stehen, dass die Phonolithe, wenn sie im Ganzen, also ohne Trennung des in Säuren zersetzbaren und unzersetzbaren Antheils, analysirt werden, eine Zusammensetzung ergeben, welche jener des Oligoklases entspricht, wie Abich früher und später Schmid gezeigt hat. Der Letztere bewies auch, dass der zeolithische Gemengtheil nicht immer als Mesotyp gedeutet werden kann. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 236. Roth bemerkte, dass die oligoklasähnliche Zusammensetzung des ganzen Gesteins durch die Annahme einer Verbindung von 8 Atomen Sanidin und 2 Atomen Nephelin erklärt werden könne. Der Noseangehalt der Phonolithe dürfte auch diese Erklärung etwas alteriren. Dass der Natrolith grossentheils durch die Zersetzung des Noseans geliefert worden ist, diess hebt K. v. Fritsch hervor im Neuen Jahrb. für Min. 1865, S. 666 f.

ammersdorf, und so viele andere Kegelberge des Leitmeritzer Kreises und der Oberlausitz, sie gehören grossentheils dem Phonolithe an. Und wenn auch v. Cotta sehr richtig bemerkt, dass die isolirten Basaltberge oft noch regelmässiger und zierlicher gestaltet sind, als die Phonolithberge, so pflegen sich doch die letzteren durch noch grössere Steilheit und Schroffheit auszuzeichnen. Dieselbe Kuppenform wiederholt sich in dem isolirten Phonolithkegel des Heldburger Schlossberges unweit Coburg, in vielen Bergen des Rhöngebirges und in den eminenten Gipfeln des Hegau in Baden. Sie ist nach Bertrand Roux und Burat die herrschende Form im Velay, so wie am Cantal und Mont-Dore, wo die Phonolithberge eine sehr merkwürdige Stellung einnehmen. Im inneren Theile des Cantal, zwischen den Thälern der Jordanne und Cère, erheben sich nämlich vier schroffe und spitze Phonolithkuppen, der Pic de Griou, der Pic de Griounaux, der Pic de l'Usclade und der Suc pointu; diese vier Berge sind nach Elie de Beaumont in $^3/_4$ eines Kreises gestellt, und umschliessen eine flache Wiese. Desungeachtet sind sie ganz unabhängig von einander; jeder besteht aus einer besonderen Gesteins-Varietät, und ihre Form wie ihre Stellung schliesst jeden Gedanken an einen ursprünglichen Zusammenhang und eine erst später eingetretene Zerstückelung aus; obgleich sich die beiden Piks von Griou und Griounaux an ihrer Basis berühren, so haben sie doch sehr verschiedenes Gestein. Auf ähnliche Weise erscheint der Phonolith im Centro des Mont-Dore, wo sich über dem Bimssteinconglomerate die drei schroffen Kuppen de la Sanadoire, de la Malviale und de la Tuilière erheben, von denen die letztere besonders steil und an ihrer Ostseite mit einer prachtvollen Colonnade versehen ist.

Uebrigens lassen die Phonolithkuppen da, wo sie in grösserer Anzahl auftreten, nicht selten eine reihenförmige Anordnung erkennen, was wohl darauf verweisen dürfte, dass ihr Material aus verschiedenen Oeffnungen einer und derselben Spalte hervorgebrochen ist. Diess ist z. B. der Fall in der Phonolithkette des Velay, für deren Kuppen Bertrand-Roux sogar einen ursprünglichen Zusammenhang geltend machen wollte; auch im böhmischen Mittelgebirge liegen die bedeutendsten Kuppen in einer Linie, und in der Rhön hatte v. Leonhard schon früher ein allgemeines Alignement erkannt, während dort später durch Gutberlets genauere Untersuchungen mehre sehr bestimmt orientirte Züge von Phonolithkuppen nachgewiesen worden sind. Zeitschr. für Min. 1827, S. 97 ff. und Neues Jahrb. für Min. 1845, S. 133. Dabei bemerkt Gutberlet, dass der ältere Phonolith der Rhön an allen Punkten seines Vorkommens eine so gleichartige petrographische Beschaffenheit zeigt, dass das Gestein eines Fundortes jenes aller übrigen Fundorte repräsentirt.

Bisweilen tritt der Phonolith auch in kleinen Plateaus sowie in stromähnlichen Ablagerungen auf, welche letztere theils nur als kurze Ausläufer von Kuppen oder Gängen, theils als selbständige und weit fortsetzende Bildungen erscheinen. Dergleichen Decken und Ströme sind zwar häufig durch spätere Durchbrüche der Gewässer in ihrer Stetigkeit unterbrochen worden, lassen aber gewöhnlich noch ihre correlaten Theile erkennen, und scheinen besonders dadurch charakterisirt zu sein, dass die plattenförmige Absonderung des Gesteins vorwaltend eine horizontale oder nur wenig geneigte Lage zeigt. So ausgedehnte Decken oder Plateaus, und so weit fortlaufende Ströme, wie sie die Basalte zeigen, sind an den Phonolithen wohl nirgends beobachtet worden; wie denn diese Gesteine überhaupt eine Tendenz zur Bildung kleinerer, concentrirter Ablagerungen verrathen.

Im Rhöngebirge findet sich nach Gutberlet eine grosse Phonolith-Verbreitung in dem Plateau zwischen dem Teufelsteine, der Steinwand, der Maulkuppe und der

Milsenburg; und Burat bemerkt, dass in der Gruppe des Mezenc und Megal im Velay neben der Kuppenform auch kleine Plateaus vorkommen. Auch die Phonolithpartie bei Hareth, unweit Brüx in Böhmen, hat eine auffallend grosse horizontale Ausdehnung. — Für die stromartigen Ablagerungen mögen folgende Beispiele genügen. Am Todtenberge bei Kostenblatt liegt nach Reuss über tertiären Mergeln eine in fast horizontalen Platten abgesonderte Phonolithmasse, welche sich weiterhin in die Tiefe zieht, und dabei eine fast senkrechte Stellung der Platten annimmt. Aehnliche Verhältnisse zeigt der Phonolith am Holai-Kluk bei Proboscht, wo er sich über den Schichten der Braunkohlenformation ausbreitet. Im Velay finden sich nach Burat und Scrope mehrorts sehr bestimmte Phonolithströme; Scrope beschreibt zwei dieser Ströme, welche aus dem Cirque de Boutières, an der Südseite des Mezenc, hervorgebrochen sind, und von denen der eine in einer oft unterbrochenen Bergreihe mit allmälig abnehmendem Niveau über die Loire hinweg 6 engl. Meilen weit verfolgt werden kann; dieser Strom ist es, welcher bei Saint-Pierre-Eynac, und noch deutlicher unterhalb Mercoeur auf dem Süsswasserkalksteine aufliegt. Burat bemerkt, dass dergleichen stromartige Ablagerungen allemal da angezeigt sind, wo der in mächtige verticale Prismen abgesonderte Phonolith zugleich mit einer fast horizontalen plattenförmigen Absonderung versehen ist, weil diess immer auf eine beinahe horizontale Ausbreitung der Massen verweise.

Endlich erscheint der Phonolith auch in Gängen, also in derjenigen Lagerungsform, welche für die eruptiven Gesteine überhaupt so charakteristisch ist. Man kennt dergleichen fast in allen Ländern, wo nur Phonolith vorkommt, und ihre Verhältnisse erlangen eine ganz besondere Wichtigkeit für die Altersbestimmung der Phonolithe. Diese Gänge sind es, welche die Beweise geliefert haben, dass es in Böhmen und in der Rhön zweierlei Phonolithbildungen giebt, zwischen denen basaltische Eruptionen Statt fanden; sie sind es auch, welche in den verschiedenen Gegenden Centralfrankreichs das relative Alter der Phonolithe zu den eigentlichen Trachyten wie zu den Basalten erkennen liessen.

Die Phonolithgänge sind von verschiedener Mächtigkeit, und scheinen oftmals so mächtig zu werden, dass sie in förmliche Gangstöcke übergehen, welche Lagerungsform wohl für manche langgestreckte Phonolithkämme vorauszusetzen ist, deren Gestalt nicht füglich erlaubt, sie in die Kategorie der gewöhnlichen, mehr arrondirten Kuppen zu verweisen; obgleich auch für diese Kuppen in der Tiefe ein Zusammenhang mit gangartigen Gebirgsgliedern anzunehmen ist. Solche sehr mächtige und mehr stockartige Gänge lassen jedoch ihre Verhältnisse zu dem Nebengesteine nur selten beobachten, während die schmäleren Gänge oft so deutlich und übersichtlich entblöst sind, dass an ihnen jene Verhältnisse mit augenscheinlicher und handgreiflicher Deutlichkeit erkannt werden können.

Das böhmische Mittelgebirge ist zu beiden Seiten der Elbe reich an ausgezeichneten Phonolithgängen, deren genauere Kenntniss wir grossentheils Reuss und v. Cotta verdanken. Die meisten dieser Gänge werden von dem neueren, trachytähnlichen Phonolithe gebildet. So setzt bei Prosseln ein 2 bis 3 Klaftern mächtiger Gang eines lichtgrauen Phonolithes im Basaltconglomerate auf; weiter östlich gegen die Elbe hinab sieht man einen Gang isabellgelben Phonolithes senkrecht durch den Braunkohlensandstein aufsteigen. Ein ähnlicher Gang von 6 Klaftern Mächtigkeit durchschneidet am Wege von Priesnitz nach der Merkauer Kapelle eine Masse von Basaltconglomerat, welche ihrerseits den Sandstein durchbrochen hat. Bei Waltirze

am rechten Elbufer finden sich Gänge, welche sowohl das Basaltconglomerat als auch den festen Basalt, und im Luschwitzer Thale andere, welche den Sandstein durchschneiden. Vorzüglich interessant und vortrefflich entblöst sind die Erscheinungen im Tollgraben bei Wesseln, wo viele trachytische Phonolithgänge meist in basaltischen Conglomeraten aufsetzen. Reuss, die Umgebungen von Teplitz und Bilin, S. 234 ff. — Zwischen Oybin und Hain in der Lausitz setzt nach v. Cotta ein mächtiger Phonolithgang im Quadersandstein auf; bei Tichlowitz wird Basaltconglomerat, bei Topkowitz und Steinpolitz fester Basalt von Phonolithgängen durchschnitten, und ähnliche Erscheinungen erwähnt v. Cotta von anderen Punkten. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft IV. — Auch am Cantal kommen Phonolithgänge vor, welche die dortigen Trachyte und Trachytconglomerate durchsetzen; am Mont-Dore finden sich ähnliche Gänge in der Gegend von Murat, und im Velay sind sie gleichfalls bekannt. — Dass dergleichen Phonolithgänge auch in der Rhön zu den nicht seltenen Erscheinungen gehören, diess ergiebt sich aus den Mittheilungen von Gutberlet. Neues Jahrb. für Min. 1845, S. 133 f.

Die meisten Phonolithe sind *plattenförmig* abgesondert, oder richtiger, sie sind mit einer Parallelstructur und Lamination versehen, welche ihre Spaltung in Platten gestattet, die zuweilen so dünn sind, dass sie z. B. in der Gegend des Mont-Dore als ein grobes Material zum Decken der Dächer benutzt werden (*Roche de la Tuilière*). Bei den trachytähnlichen und einigen anderen Varietäten pflegt jedoch diese Structur *nicht* vorhanden zu sein. Ausser der plattenförmigen Absonderung kommt aber auch bisweilen eine *bankförmige* Absonderung vor, indem ganze Berge durch parallele und fast verticale Klüfte, die mehre Fuss von einander abstehen, in grosse Parallelmassen getheilt werden, welche jedoch von der plattenförmigen Structur ganz unabhängig sind; denn die Plattung des Gesteins setzt schräg oder auch rechtwinkelig durch die Bänke hindurch, und wird in ihrer Lage durchaus nicht von ihnen bestimmt. Endlich ist *prismatische* oder *säulenförmige* Absonderung eine nicht selten vorkommende Erscheinung, welche dieselbe Unabhängigkeit von der plattenförmigen Structur zeigt, indem diese letztere ihrer besonderen Richtung folgt, und daher die Prismen bald rechtwinkelig, bald schiefwinkelig durchschneidet. Jedoch ist diese prismatische Absonderung nur selten so schön und regelmässig, wie sie an den Basalten getroffen wird, und häufig besteht sie nur in einer *pfeilerförmigen* Absonderung, hervorgebracht durch zwei, sich kreuzende Systeme der bankförmigen Absonderung; weshalb denn auch vierseitige und sehr dicke Prismen am gewöhnlichsten sind.

Die *Structur* der Phonolithe steht oft in einem gewissen *Zusammenhange* mit ihrer *Lagerungsform*. In den *Kuppen* ist es oft ganz unverkennbar, dass die plattenförmige Absonderung eine, durch die äussere Form der Kuppe bestimmte Gesetzmässigkeit der Lage besitzt; die Platten und die ihnen entsprechenden schichtenähnlichen Abtheilungen des Gesteins zeigen nämlich eine solche Stellung und einen solchen Verlauf, dass sie ein rings um die Axe des Berges geordnetes *kegelförmiges System* darstellen, welches sogar, wenn der Gipfel des Berges noch ziemlich unversehrt ist, als ein *glockenförmiges* System erscheint, indem die Neigung der Platten von unten nach oben fortwährend abnimmt, und auf dem Gipfel in fast horizontale Lage über-

geht. Ist zugleich prismatische Absonderung vorhanden, so zeigen auch die Säulen mitunter eine regelmässige Anordnung um die Axe des Berges. Weit seltener kommt das Gegentheil vor, dass nämlich die Platten zu einem wannenförmigen oder umgekehrt glockenförmigen Systeme verbunden sind. — In den Strömen und Decken pflegen die Platten mehr horizontal zu liegen, und die Prismen vertical zu stehen, was als ein hauptsächliches Merkmal dieser Lagerungsform gelten dürfte. In den Gängen endlich pflegt die plattenförmige Absonderung den Salbändern parallel zu liegen, obwohl auch, namentlich in den mächtigeren Gängen, ganz andere Lagen vorkommen.

Voigt hat wohl zuerst den Zusammenhang der plattenförmigen Structur mit der äusseren Bergform, oder ihre regelmässige Anordnung um die Axe des Berges erkannt; bei der Beschreibung des Heldburger Phonolithes sagt er nämlich, derselbe sei in Platten gesondert, »die in ihren Ablösungen vertical vom Berge abfallen, ungefähr wie die Blätter einer Artischoke; überhaupt kam es mir vor, als ob die Risse und Spalten des Berges etwas Bestimmtes und Regelmässiges hätten;« Mineral. und bergm. Abhandl. II, 1789, S. 329. Bertrand Roux beschrieb im Jahre 1823 unter anderen auch diese Structur an vielen Phonolithbergen des Velay, und hob es hervor, dass die vollkommene Glockengestalt derselben mit einer conformen Stellung der nach allen Seiten vom Berge wegfallenden Platten verbunden sei. Unbekannt mit diesen älteren Beobachtungen erkannte ich später dieselbe Structur am Teplitzer Schlossberge in Böhmen (Zeitschr. für Min. 1825, II, 304); im Jahre 1840 aber nannte uns Reuss die Namen vieler dortiger Berge, deren Felstafeln von allen Seiten gegen den Gipfel convergiren, unten sehr steil stehen, nach oben immer flacher fallen, so dass sie fast wie die Blätter eines *Sempervivum* gestellt sind. Die Umgebungen von Teplitz etc. S. 249. Der Hohentwiel und Hohenkrähen, die zwei imposantesten Phonolithkuppen des Hegau, zeigen nach K. v. Fritsch eine, ihrer äusseren Form entsprechende innere Structur, indem sie von schalenförmig über einander liegenden Gesteinsplatten gebildet werden, welche an den Abhängen steil einfallen, auf der Höhe aber sich wölben und flach legen. Neues Jahrb. für Min. 1865, S. 661. In den schmäleren Gängen liegen die Platten meist den Salbändern parallel; weshalb kleinere Phonolithmassen mit stark geneigter und zugleich paralleler plattenförmiger Absonderung wohl in der Regel als Gänge zu deuten sind; so z. B. der von Möhl beschriebene Phonolith auf dem Gipfel des Leimskopfes, welcher nur 20 F. breit im Basalte aufsetzt, und in verticale Platten abgesondert ist. — Die säulenförmige Absonderung scheint in den drei Phonolithbergen des Mont-Dore mit besonderer Schönheit ausgebildet zu sein; an der roche Tuilière stehen die Säulen vertical, an der roche Sanadoire divergiren sie wie die Speichen eines Rades, und an der roche Malviale sind sie oft gekrümmt. Berge, wie der roc du Curé im Velay, an denen die Säulen aufwärts convergiren, die Platten aber von allen Seiten nach dem Innern einfallen, sollen nach Bertrand Roux unverwüstliche und äusserst schroffe Felsformen bilden. Auch in Böhmen ist der Phonolith oft prismatisch abgesondert, und wenn auch diese Erscheinung gewöhnlich nur in einem grossen Maassstabe und rohem Style, als pfeilerförmige Absonderung ausgebildet ist, so kommt sie doch bisweilen recht schön vor; wie z. B. am südlichen Abhange eines Phonolithberges bei Krzemusch, wo die Säulen nur 1 bis 2 Fuss dick, sehr gerade, ebenflächig und scharfkantig, überhaupt äusserst regelmässig gestaltet und vollkommen parallel gestellt sind, mit 65° Neigung in Südost.

Die Phonolithe werden bisweilen von phonolithischen Conglomeraten und Tuffen begleitet, wie z. B. im Hegau, in der Rhön und auch in den Umgebungen des Mezenc. Doch ist das Vorkommen solcher klastischen Gesteine

weit seltener und weniger ausgedehnt, als bei den eigentlichen Trachyten und bei den Basalten; in den meisten Phonolithregionen findet man kaum Spuren derselben.

Nach Gustav Leonhard kommen im Hegau ausser den stattlichen Phonolithbergen des Hohentwiel, Staufen, Hohenkrähen, näher gegen den Rhein auch einige niedrige Kuppen von phonolithischen Conglomeraten und Tuffen vor; Geog. Skizze des Grossherzogth. Baden S. 38. Nach K. v. Fritsch erscheint dieser Phonolithtuff als eine gelbe, erdige oder sandige Masse, welche reich an theils ganzen, theils zerbrochenen Krystallen von Sanidin, Biotit, Hornblende, Augit und Titanit ist, ausserdem auch viele eckige Fragmente von Granit, Gneiss, Kalkstein und Sandstein, sowie kleine runde Concretionen oder Tuff-Pisolithen umschliesst. Das Gestein ist unregelmässig geschichtet, enthält stellenweise Pflanzenreste und Landschnecken, und scheint ein Product wiederholter, aschen- und sandähnlicher Eruptionen zu sein, welche das Aufsteigen der Phonolithe begleiteten. Neues Jahrb. für Min. 1865, S. 668 ff. Gutberlet erwähnt tuffartige Bildungen des trachytischen Phonolithes aus der Gegend von Abtsrode und Russdorf in der Rhön, und Theobald dergleichen vom Mezenc.

Dass die Phonolith-Eruptionen überhaupt während einer *längeren* Periode im Gange gewesen sind, und dass sie sich daher in einer und derselben Gegend *verschiedene Male* ereignet haben können, diess ist wohl nicht zu bezweifeln, und giebt sich als ein Verhältniss zu erkennen, welches sie mit den Trachyten, Andesiten und Basalten theilen. Auch haben *phonolithische* und *basaltische* Eruptionen mit einander *abgewechselt*, wie diess besonders in Böhmen und in der Rhön erwiesen ist. Im Allgemeinen aber dürften sich besonders *zwei* Eruptions-Epochen der Phonolithe unterscheiden lassen, von denen die ältere den gemeinen, die jüngere den trachytähnlichen Phonolith geliefert hat. Nur wird man nicht in *jeder* Phonolithregion die Beweise für zweierlei Bildungen erwarten dürfen, weil ja hier nur die eine, dort nur die andere Bildung Statt gefunden haben kann, während sich anderwärts beide Bildungen wirklich gefolgt sind. Auch darf man auf die petrographische Verschiedenheit kein zu grosses Gewicht legen, darf nicht glauben, nach *ihr* die Formation mit Sicherheit bestimmen zu können, wie es ja überhaupt noch sehr die Frage ist, ob auch die *gleichartigen* Phonolithe aller Länder wirklich *genau* zu derselben Zeit gebildet wurden. Da nun auch die basaltischen Eruptionen zu verschiedenen Zeiten, hier früher, dort später, und in vielen Gegenden zu wiederholten Malen eingetreten sind, so werden sich nicht gerade in allen Ländern ganz übereinstimmende Verhältnisse zwischen den Phonolithen und Basalten nachweisen lassen.

Schon August Reuss folgerte aus dem häufigen Vorkommen von Gängen des *trachytähnlichen* Phonolithes in den basaltischen Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges, dass *diese* Phonolithe *jünger* seien, als ein grosser Theil der dortigen Basalte, sprach es jedoch nur vermuthungsweise aus, dass sie wohl auch jünger sein möchten, als die *gewöhnlichen* Phonolithe*), und dachte sich auch

*) Sehr zweifelhaft, sagt er, bleibt es auf jeden Fall, ob *alle* unsere phonolithischen Gesteine von *gleichem* Alter sind. Vielmehr scheint es fast, als ob die *trachytähnlichen* Gebilde *jünger* wären, als die reinen Phonolithe im engeren Sinne des Wortes.

diese letzteren erst nach gewissen Basalten hervorgestiegen. In ähnlichem Sinne, jedoch ohne Berücksichtigung einer Altersverschiedenheit der Phonolithe, erklärte sich auch v. Cotta, indem er aus seinen Beobachtungen in Böhmen und in der Lausitz die Folgerung zog, dass die Bildung des Basaltes während eines ziemlich langen Zeitraums fortgedauert habe, in dessen letzte Hälfte auch die Phonolithbildung falle, dass also die meisten dortigen Basalte älter, einige jedoch jünger als die Phonolithe seien. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen etc. Heft IV, S. 109.

Zu anderen Resultaten über die relative Aufeinanderfolge der beiderlei Formationen gelangte Gutberlet im Rhöngebirge, wo sich theils aus den gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen, theils aus den häufigen Einschlüssen von Bruchstücken des einen Gesteins in dem andern, auf folgende Abwechslung der Bildungen schliessen lässt:

1. Aelterer oder gewöhnlicher Phonolith; älteste eruptive Bildung der Rhön.
2. Aelterer Basalt, ausgezeichnet durch das häufige Vorkommen von Hornblendkrystallen; zweite eruptive Bildung der Rhön.
3. Jüngerer oder trachytähnlicher Phonolith; dritte eruptive Bildung der Rhön.
4. Jüngerer Basalt; vierte eruptive Bildung der Rhön.

Diesen vier Perioden soll sich noch eine Periode des Dolerites und Anamesites, sowie eine Periode des Nephelindolerites anschliessen. Neues Jahrb. für Min. 1848, S. 129 ff. und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 687. Einige Zweifel gegen die durchgängige Richtigkeit dieser von Gutberlet aufgestellten Reihenfolge äussert Edel, in Verhandlungen der phys. und med. Ges. in Würzburg, Bd. 1, 1850 S. 87 f. In denselben Verhandlungen, Bd. 9, 1859, S. 187 ff. stellte Hassenkamp gleichfalls einige Bedenken gegen die relativen Altersbestimmungen Gutberlet's auf und begnügte sich nur mit folgenden Resultaten:

1. die vulcanischen Gesteine der Rhön sind von verschiedenem Alter;
2. den Anfang der Eruptionen scheint, wenigstens im südwestlichen Theile der Rhön, der typische oder gewöhnliche Phonolith gemacht zu haben;
3. eine regelmässige Zeitfolge der Eruptionen verschiedener Gesteine besteht nicht, und völlig gleichartige Gesteine sind nicht nothwendig gleichzeitige Bildungen.

Ob sich die Ansichten Gutberlet's auch für andere Gegenden, und namentlich für Böhmen geltend machen lassen werden, diess hängt besonders von der Beantwortung der Frage ab, ob die gewöhnlichen böhmischen Phonolithe allen dortigen Basalten vorausgegangen sind. Reuss und v. Cotta beantworten diese Frage verneinend, indem sie alle Phonolithe Böhmens in die Periode der Basalt-Eruptionen verweisen, und einen bedeutenden Theil der dortigen Basalte für älter erklären, als die Phonolithe überhaupt. Dabei unterscheidet jedoch Reuss, eben so wie Gutberlet in der Rhön, sehr richtig einen älteren (gemeinen), und einen jüngeren (trachytähnlichen) Phonolith, zwischen welche ein anderer Theil der Basalt-Eruptionen fällt. Dass jedoch selbst nach dem jüngeren böhmischen Phonolithe mehrorts abermals basaltische Eruptionen Statt gefunden haben müssen, diess ist sehr wahrscheinlich. Wie dem aber auch sei, die Existenz von Basalten, welche jünger sind, wie die Phonolithe überhaupt, ist für Böhmen eben so erwiesen, wie für andere Gegenden. Reuss und v. Cotta führen mehre sehr entscheidende Beispiele an; (Reuss a. a. O. S. 232 und v. Cotta a. a. O. S. 94 und 101). Schon Voigt gedenkt bei der Beschreibung des Heldburger Phonolithes mehrer sehr ausgezeichneter Gänge eines olivinhaltigen Basaltes, welche ihn durchsetzen, und Voltz erwähnt einen Basaltdurchbruch im Phonolith bei Salzhausen. Uebers. der geol. Verh. des Grossh.

lassen, S. 141.[1] G. Rose fand in dem Phonolithe des Geiersberges bei Friedland in Böhmen Basaltfragmente, womit denn das jüngere Alter dieses Phonolithes gegen den dortigen Basalt erwiesen ist. Monatsber. der K. preuss. Akad. der Wiss. 1856, S. 449.

Von den Phonolithen des Velay vermuthete schon Bertrand Roux, dass sie älter seien, als die dortigen Basalte, und Burat bemerkt, dass sich diess nirgends deutlicher beobachten lasse, als am Emblavès, wo die Basalte ganz ebene Plateaus am Fusse der Phonolithkegel bilden, und wo man am Berge von Jalore unweit Rosières den Basalt deutlich aus dem Phonolith-Abhange hervorbrechen sieht; ähnliche Beispiele sollen sich bei Saint-Julien und Issingeaux finden. — Am Cantal und Mont-Dore sind die Phonolithe entschieden jünger als die Trachyte, nach Elie de Beaumont und Dufrénoy auch jünger als die Basalte, indem sie ihnen die Erhebung des ganzen Cantal zuschreiben; wofür allerdings ihre centrale Stellung zu sprechen scheint.

Aus ihren Verhältnissen zur Braunkohlenformation ergiebt sich übrigens für die Phonolithe Böhmens, dass sie jünger sind, als diese Formation, und aus den Verhältnissen der Phonolithe des Velay, dass sie jünger sind, als die dortigen tertiären Mergel und Kalksteine.

In dem Phonolithtuffe bei Mühlhausen im Hegau hat Schill Pflanzenreste gesammelt; Heer erkannte unter den 22 Arten 19, welche charakteristisch für Oeningen sind, und er folgert daraus, dass die Bildung der Phonolithe des Hegau in die neueste Zeit der miocänen Periode fällt. *Flora tertiaria Helvetiae*, B. III, S. 285.

## §. 491. *Trachytische Conglomerate, Tuffe und verwandte Gesteine.*

Die **Trachyte** und **Andesite** werden so gewöhnlich von trachytischen Conglomeraten und Tuffen begleitet, dass man selten eine Trachytregion durchwandern wird, ohne dergleichen klastischen Gesteinen zu begegnen.

Die gröberen Breccien und Conglomerate sind theils eruptive Reibungsgebilde, bei welchen das bereits erstarrte oder doch halb erstarrte Material zertrümmert und von noch flüssigem Materiale eingehüllt wurde, wie manche Trachytbreccien des Cantal, der Insel Ponza, und die Conglomerate von Vissegrad und Pilsen in Ungarn; theils sind sie alluviale, unter wesentlicher Mitwirkung des Wassers gebildete Trümmergesteine, deren Fragmente zuweilen als sehr grosse Blöcke erscheinen und durch feineren Trachytschutt verbunden werden. Je kleiner diese Fragmente werden, um so mehr nähern sich die Conglomerate den eigentlichen Tuffen, deren feinere und feinste Varietäten oft so homogen wie die Thonsteine der Porphyrformationen gebildet sind. Viele dieser Gesteine dürften auch durch Anhäufung loser Auswürflinge entstanden sein, welche vom Wasser bearbeitet wurden.

Alle diese, unter Mitwirkung des Wassers gebildeten Trachyt-Conglomerate und Tuffe besitzen gewöhnlich eine Schichtung, in welcher gröbere und feinere, oder auch nur verschiedentlich gefärbte Lagen regelmässig mit einander abwechseln; ja, die sehr feinen Schichten sind bisweilen schieferig. Auch umschliessen sie mitunter organische Ueberreste, oder sie erscheinen verbunden mit anderen sedimentären Schichten, welche mehr oder weniger reich daran

sind. Dergleichen fossilhaltige Schichten gewinnen eine grosse Wichtigkeit für die relative Altersbestimmung nicht nur der trachytischen Conglomerate und Tuffe, sondern auch der Trachyte, Andesite und übrigen eruptiven Gesteine. Dasselbe gilt natürlich auch für diejenigen sedimentären Formationen, welche von den eruptiven Gesteinen unterteuft, überlagert oder gangförmig durchbrochen werden.

Die trachytischen Conglomerate und Tuffe sind den Trachyten theils vorausgegangen, theils gefolgt; im ersteren Falle müssen sie wohl immer, im zweiten Falle können sie noch bisweilen von Auswürflingen gebildet worden sein, welche nach Art der vulcanischen Schlacken und Lapilli, des vulcanischen Sandes und der Asche, auf demselben Wege zur Eruption gelangten, auf welchem ihnen später das Material der krystallinischen Gesteinsmassen gefolgt ist. Da man oft Conglomerat- und Tuff-Ablagerungen mit Trachyt-Decken oder Strömen mehrfach abwechseln sieht, so müssen sich in solchen Gegenden die sedimentären und die eruptiven Thätigkeiten der Natur abwechselnd wiederholt haben.

So wechseln am Cantal im Thale der Jordanne Trachyt und Trachytconglomerat drei Mal mit einander ab; die sehr scharfen Trennungslinien lassen sich auf eine weite Strecke hin verfolgen; auch in den Thälern der Cère, des Falgou, von Dienne und Alagnon ist die Einlagerung des Trachytes in den Conglomeraten deutlich zu beobachten. Eben so sieht man am Mont-Dore bei der grossen Cascade drei Trachyt-Ablagerungen zwischen Breccien und Bimssteintuff eingeschaltet in einem Profile, welches 250 Meter hoch ist; überhaupt erscheint der ganze Mont-Dore als eine Kuppel, welche aus abwechselnden Trachytströmen und Tuff- oder Conglomeratschichten zusammengesetzt ist. — Im Siebengebirge bei Bonn liegt das Trachytconglomerat an mehren Punkten dem Trachyte entschieden auf; da es aber auch von Trachytgängen durchsetzt wird, so folgt hieraus, wie v. Dechen bemerkt, dass die dortigen Conglomerate zwar jünger sein müssen, als ein grosser Theil der Trachyte, dass aber auch nach ihrer Bildung abermals Trachyt-Eruptionen Statt gefunden haben müssen. Geogn. Führer in das Siebengebirge, S. 177 und 181. Uebrigens ist im Siebengebirge eine Trennung zwischen dem Trachytconglomerate und Basaltconglomerate nicht wohl durchzuführen, vielmehr scheinen beide dergestalt in einander überzugehen, dass in einer und derselben Masse die Trachytfragmente und das trachytische Bindemittel abnehmen, und durch ähnliches basaltisches Material ersetzt werden. Ibidem S. 168.

In dem Trachytgebirge der Umgegend von Waitzen in Ungarn spielen nach Stache die Breccien, Conglomerate und Tuffe eine sehr wichtige Rolle. Die Breccien erscheinen bisweilen als eruptive Trümmergesteine; so bilden die rothen Trachyte in der Nähe der grauen Andesite nicht selten grössere Breccienmassen, deren Cäment von dem rothen Trachyte kaum zu unterscheiden ist, und neben eckigen Stücken des grauen Andesites auch solche des rothen Trachytes umschliesst; auch giebt es Stellen, wo das rothe Cäment nur Fragmente von rothem Trachyt umhüllt. Einen noch grösseren Antheil an der Bildung von Breccien und Tuffen nahmen die dortigen weissen Trachyte; sie lieferten gleichfalls stellenweise ungeschichtete eruptive Breccienmassen, weit häufiger aber deutlich geschichtete Breccien- und Tuff-Ablagerungen; auch sind mitunter solche Breccien zu beobachten, welche in einem sandigen trachytischen Bindemittel neben allerlei Trachytbruchstücken auch Bruchstücke älterer Breccien enthalten. Peters fand Tuffe mit Pflanzenresten, und andere mit Süsswasser- und Landschnecken. Jedenfalls

sind also die eruptiven Breccien mit krystallinisch-trachytischem Bindemittel von denjenigen zu unterscheiden, in welchen das Bindemittel mehr psammitisch oder pelitisch erscheint, an welche sich endlich die ganz feinen, gleichsam geschlämmten trachytischen Tuffe anschliessen. Stache, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 16, 1866, S. 308.

Im östlichen Theile von Siebenbürgen bilden nach v. Richthofen die eruptiven Tuffe einen grossen Theil des trachytischen Hargittagebirges, welches sie nicht nur zu beiden Seiten begleiten, sondern auch in seinen Thälern weit hinauf erfüllen; eine ganz ausserordentliche Entwickelung erlangen sie im nördlichen Theile des Thalkessels von Gyergyó-St.-Miklos; grobe Conglomerate mit ungeheuren Blöcken wechseln mit Trachyt und mit feineren Sedimenten. Die sedimentären trachytischen Tuffe aber erreichen nach Stache in ganz Siebenbürgen eine sehr bedeutende Verbreitung, theils in grossen zusammenhängenden Zügen, theils in kleineren isolirten Partieen. Sie sind bald direct und augenscheinlich an die protogenen Trachytgesteine gebunden, bald erscheinen sie isolirt inmitten tertiärer Sedimentgebilde, ohne nachweisbaren Zusammenhang mit einem Eruptivgestein. Geologie Siebenbürgens, S. 87.

Auch die Liparite oder Trachytporphyre haben bisweilen Conglomerate und Tuffe geliefert, wie z. B. in Ungarn, am Ende des Thales von Eisenbach zwischen Hlinik und Scharnowitz. Sie bestehen theils deutlich aus Porphyrgeröllen, theils erscheinen sie fast homogen. Conglomerate von cavernosem oder Mühlstein-Porphyr sah Beudant nur bei Magospart in der Gegend von Schemnitz.

Mitunter kommen auch Breccien dieser Gesteine vor. Die Liparite oder Quarztrachyte der Vlegyásza mit hornsteinähnlicher Grundmasse bilden an der Gränze des kleinkörnigen dunklen Quarztrachytes eine Reibungsbreccie mit zahlreichen eckigen Brocken von Thonschiefer und Hornblendschiefer. Sehr verbreitet ist eine Breccie in der Gegend von Verespatak, wo sie den Csetatye-Berg oder den eigentlichen Erzberg zusammensetzt, und aus einer dunkelgrauen, mit vielen Quarz- und Feldspathkörnern erfüllten, felsitischen Grundmasse besteht, welche grosse eckige Fragmente eines weisslichen, an grossen Quarzkrystallen reichen Liparites umschliesst. Geologie Siebenbürgens, S. 83 und 62.

Die Rhyolithe lieferten gleichfalls eigenthümliche Tuffe, wie solche nach Stur in Ungarn bei Heiligenkreuz unweit Schemnitz, bei Erlau und Miskolcz sowie bei Tallya in der Hegyallya vorkommen. Sie erscheinen theils als Bimssteintuff mit Pechsteinkörnern, theils als Perlittuff, und als weisser oder röthlicher psammitischer Tuff. Sie enthalten stellenweise Pflanzenreste, und sind jünger als manche Trachyttuffe, welche letztere nach v. Andrian an der Ostgränze des Heiligenkreuzer Beckens als die Unterlage der Rhyolithtuffe auftreten*). An sie schliessen sich unmittelbar die fast nur aus Bimsstein bestehenden klastischen Gesteine der Trachytformation an.

Sehr viele Conglomerate und Tuffe der Trachytformation bestehen wesentlich aus Bimssteinfragmenten und aus feinerem Bimssteinschutte. Sie erlangen oft eine bedeutende Verbreitung, sind mehr oder weniger deutlich geschichtet, in ihren feineren Varietäten mitunter schieferig, und enthalten zu-

*) Stur, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 17, 1867, S. 106.

weilen organische Ueberreste von Pflanzen, Diatomeen, marinen Conchylien und anderen Körpern. Ihr Material ist wohl grösstentheils durch lose Auswürflinge geliefert worden, welche als Bimsstein-Lapilli, als Bimsstein-Sand und Staub theils auf dem Lande, theils auf dem Meeresgrunde oder auf dem Boden von Landseen zum Absatze gelangten.

In der Umgegend von Neapel sind dergleichen Bimssteintuffe sehr verbreitet; sie erlangen auch dort eine bedeutende Mächtigkeit, bilden die meisten Kraterberge der phlegräischen Felder, und steigen sowohl am Abhange des Vesuv, als auch am Epomeo auf Ischia zu bedeutender Höhe auf. Sie setzen die lange Bergreihe zusammen, welche von dem steilen Vorgebirge des Posilipp bis nach dem Capo di Chino läuft, und erscheinen als ein gelblichweisses bis strohgelbes, erdiges und sehr weiches Gestein, in welchem nicht nur die bekannte Grotte des Posilipp (einer der ältesten Tunnel), sondern auch zahlreiche Katakomben und Lazzaroni-Wohnungen ausgehöhlt worden sind. Die nicht selten vorkommenden Conchylien beweisen die submarine Bildung dieser neapolitanischen Tuffe.

In Ungarn bilden Bimsstein-Conglomerate und Tuffe eine sehr häufige Erscheinung. Beudant unterscheidet dort mehre Varietäten. Die einen bestehen aus Bruchstücken von Bimsstein und anderen hyalinen Gesteinen, welche ohne sichtbares Cäment dicht an und in einander gefügt sind; wenn dabei die Bimssteine sehr vorwalten, so bilden diese Conglomerate eine scheinbar stetige Bimssteinmasse, in welcher nur die verschiedene Richtung der Fasern die klastische Natur des Gesteins erkennen lässt; wie bei Sirok im Heweser Comitate. Dann giebt es auch Conglomerate, in denen die Bimssteinfragmente durch eine glasige obsidianähnliche Masse verbunden sind, in welche die Fragmente allmälig verfliessen; wie am alten Schloss bei Schemnitz, und bei Tallya unweit Tokai. Diese beiden Arten von Conglomeraten finden sich nur in der Nähe der Perlitberge.

Die in den Ebenen ausgebreiteten Bimssteingeschütte bestehen dagegen aus mehr oder weniger zermalmten, zerriebenen und zerrütteten Gesteinsbrocken von Bimsstein, Perlit, Trachyt und Trachytporphyr, welche durch feinen weissen Bimssteinschutt gebunden sind. Diese feinen Conglomerate oder Psammite wechseln mit anderen Schichten ab, welche nur von kleinen Bimssteinstücken, vom Bimsstein-Sand und Staub gebildet werden; die feinsten dieser Gesteine sind in Tafeln spaltbar, alle aber mehr oder weniger brauchbar als Bausteine; sie finden sich besonders in der Gruppe von Tokai, zumal bei Liszka und Erdöbénye. Durch allmälige Zersetzung ihrer Grundmasse gehen diese feinen Bimssteintuffe endlich in thonige oder kreideähnliche Massen über, welche nicht selten weisse und graue, concentrisch gestreifte Hornstein-Nieren enthalten, und oft unter dem Namen Tripel oder Kreide aufgeführt worden sind. Sie finden sich sowohl bei Tokai als auch bei Schemnitz an vielen Orten, und bilden die eigentliche Lagerstätte der berühmten Ungarischen Holzopale.

Bei Boldogkö bildet ein grobes Bimsstein-Conglomerat den schön gestalteten Schlossberg, an welchem die Gewässer Grate und Mauern ausgewaschen haben. Von Boldogkö gegen Szántó, Mád und Monok spielt der Bimssteintuff eine wichtige Rolle; die ausgedehnten, stollenartig verzweigten Weinkeller von Monok sind in dem weichen Gesteine ausgehöhlt. Dasselbe ist der Fall bei Erdöbénye, wo fast das ganze Thal mit vulcanischen Sedimenten und vorherrschend mit Bimssteintuffen ausgefüllt ist. Die grossartigen und prächtigen Steinbrüche von Saros-Patak sind in denselben Gesteinen angelegt, und beweisen, wie hoch sich die Bimssteintuffe abgelagert haben, welche ein vortreffliches Baumaterial liefern, und daher überall durch Steinbrüche aufgeschlossen sind. F. v. Richthofen, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 11, S. 196. — Bei Tóth und Mogyoród im Pesther Comitate

kommt ein sehr ausgezeichnetes Bimsstein-Conglomerat vor, welches als Baustein gewonnen wird, aber ganz massig und ohne eine Spur von Schichtung ist, so dass es in einer 60 Fuss hohen senkrechten Steinbruchswand durchaus ungetheilt erscheint. Fötterle, in demselben Jahrb. B. 11, Berichte S. 44.

Bei Schemnitz haben sich in diesen Tuffen marine Conchylien, bei Kremnitz, wo sie ein Braunkohlenflötz umschliessen, Pflanzenreste gefunden, welche nach C. v. Ettingshausen miocän sind; Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, I. Band. 3. Abth. Nr. 5; auch hat derselbe unermüdliche Forscher aus den schieferigen Trachyttuffen der Gegend von Tokai 67 Pflanzenformen beschrieben, durch welche diese Gesteine als Uebergangsglieder der eocänen und miocänen Periode charakterisirt werden. Sitzungsberichte der math. naturw. Classe der K. Akad. der Wissensch. XI, S. 779 f.

Am Mont-Dore spielen die von losen Auswürflingen gebildeten Gesteine gleichfalls eine wichtige Rolle. Hellfarbige Aschentuffe finden sich in der Nähe des Dorfes des Bains; die Bimssteintuffe sind sehr mächtig in der Gegend von Pessy; sie sind weich, erdig, und halten oft zersetzte Bimssteinfragmente, durch deren Auswitterung sie cavernos werden. Die aus kleinen schwärzlichen Schlacken gebildeten trachytischen Breccien wechseln häufig mit den Conglomeraten. Die weiter auswärts liegenden Conglomerate enthalten zugleich mit den Bimssteinen Fragmente von sehr verschiedenen trachytischen, basaltischen und primitiven Gesteinen.

Auf Teneriffa bedeckt die sogenannte *Tosca*, ein weisser fast zerreiblicher Bimssteintuff, überall die älteren vulcanischen Gesteine; im Ganzen ist sie dem Posilipptuff ziemlich ähnlich, und sie wird zu einem vortrefflichen Führer, um die Lavaströme des Pic von den älteren stromähnlichen Bildungen zu unterscheiden; jene liegen stets über, diese dagegen unter ihr.

## §. 492. *Ueber die Alters-Verhältnisse der Gesteine der Trachytformation.*

Dass die Eruptionen sämmtlicher Gesteine der Trachytformation erst in der tertiären Periode begonnen haben, und dass solche in den Vulcanen zum Theil noch bis in die gegenwärtige Periode fortdauern, diess wird wohl ziemlich allgemein anerkannt; weshalb denn auch zunächst tertiäre, quartäre und recente Gebilde der Trachytformation zu unterscheiden sind, welche letztere zweckmässigerweise in die eigentliche vulcanische Formation zu verweisen sein dürften.

Die mächtigsten und ausgedehntesten Ablagerungen trachytischer Gesteine fallen jedoch in die tertiäre Periode, und zwar besonders in die zweite Hälfte derselben. Da nun diese Periode einen sehr langen Zeitraum begreift, so ist es nicht unwichtig, das relative Alter der verschiedenen Gesteinsgruppen dieser tertiär-trachytischen Gebilde zu ermitteln. Dabei werden theils die gegenseitigen Lagerungs- und Durchsetzungs-Verhältnisse, theils die in den Breccien und Conglomeraten vorkommenden Fragmente, theils auch die organischen Ueberreste der trachytischen Psammite und Tuffe, sowie anderer sedimentärer Schichten zu berücksichtigen sein, welche die trachytischen Gesteine unterteufen oder überlagern.

Da die Altersverhältnisse der Phonolithe bereits oben S. 333 ff. besprochen worden sind, so haben wir es an gegenwärtigem Orte nur noch mit denen der

Andesite, Trachyte und Rhyolithe zu thun, welche wir beispielsweise für drei verschiedene Trachytregionen betrachten wollen.

Für Ungarn und Siebenbürgen, diese classischen Trachyt-Regionen des europäischen Continentes, sind die relativen Alters-Verhältnisse der dort auftretenden trachytischen Gesteine durch v. Richthofens und Stache's gründliche Studien erforscht worden. Als allgemeine Resultate über die Altersfolge der verschiedenen Gesteine lassen sich etwa folgende Sätze aufstellen*).

1. Die quarzfreien Hornblend-Andesite, oder die Grünsteintrachyte v. Richthofens (siehe oben S. 314), sind die ältesten Gesteine, mit deren Eruption die ganze so reichhaltig entwickelte Trachytformation Ungarns und Siebenbürgens eröffnet worden ist; sie scheinen bald nach dem Ende der eocänen Periode hervorgetreten zu sein.

Nirgends, sagt v. Richthofen, treten die für diese Andesite so charakteristischen stockförmig ausgebreiteten Massen und glockenförmigen Berge in so grosser Zahl und in so schöner Ausbildung auf, als im nordöstlichen Siebenbürgen, wo sie das Eocängebirge durchbrechen. Ueberall sind sie die ältesten Gebilde. Es findet sich an ihnen noch keine Spur von submarinen Ausbrüchen oder von Tuff-Ablagerungen; sie bilden Massen-Ausbrüche auf dem Festlande, und durchsetzen die Sandsteine der Nummulitenformation. Aber erst weitere Untersuchungen können entscheiden, ob sie noch der eocänen, oder der oligocänen Periode angehören, oder ob sie erst die miocäne Periode eröffneten.

Die einzige Thatsache, bemerkt Stache, welche mit dieser Frage in Beziehung zu bringen wäre, ist die plötzliche Veränderung der Süsswasserfauna der oberen Eocänschichten bei Rév-Körtvélyes im nordwestlichen Siebenbürgen, und die nochmalige Wiederkehr derselben Fauna über den mehr marinen Zwischenschichten. Diess lässt auf Schwankungen der damaligen Küstengegenden im Norden schliessen, welche vielleicht in den Massenausbrüchen der grünsteinähnlichen Andesite begründet waren. Sonach wäre also der Beginn dieser Andesit-Eruptionen nicht ganz ohne Grund schon in die Zeit der oberen Eocängruppe zu versetzen. Abgesehen von dem noch zweifelhaften Csetatye-Gestein bei Verespatak (siehe oben, S. 304) sind diese grünsteinähnlichen Andesite die ältesten Eruptivgesteine der Tertiärzeit in Siebenbürgen. Geologie Siebenbürgens, S. 91 und 93.

An einem anderen Orte giebt Stache über diese Andesite Siebenbürgens noch folgende allgemeine Bemerkung. Sie zeichnen sich petrographisch durch eine stets grünliche, bald hellere, bald dunklere, felsitische Grundmasse aus, welche meist etwas eingesprengten Pyrit, sowie Krystalle von Hornblende und Oligoklas enthält. Auch ist ihnen eine tief eindringende Verwitterung eigen, in welcher die sanft gewölbten, glockenförmigen Gestalten ihrer Berge begründet zu sein scheinen. Durch das Zurücktreten oder Hervortreten der Hornblend- oder Feldspath-Einsprenglinge, sowie durch die theilweise Vertretung der Hornblende durch Glimmer entsteht eine Reihe von Varietäten, in denen sich jedoch die allgemeinen Charaktere immer erkennen lassen. Sie haben ihr Hauptgebiet im Norden und Westen des Gränzgebirges Siebenbürgens, und treten besonders im Rodnaer, Gutin-Csibleser und Nagyager Eruptionsgebiete auf.

---

*) F. v. Richthofen, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 11, S. 160 ff. Stache, in Geologie Siebenbürgens, 1863, S. 93 ff., sowie in der österreichischen Revue, 7. Heft, 1866, S. 159 f.

2. Die Dacite stehen, wie in ihrer äusseren Erscheinung, so auch in ihrem Alter den vorgenannten Andesiten sehr nahe, scheinen aber doch etwas jünger zu sein als diese.

Wenn vielleicht auch ein Theil derselben, sagt Stache, in die letzte Zeit der grünsteinähnlichen Andesite fällt, so müssen sie doch ihrer Hauptmasse nach als eine relativ jüngere Gruppe betrachtet werden. Dafür spricht erstens der Umstand, dass der Dacit des Illovathales den Andesit von Rodna sicher durchsetzt, und zweitens die Thatsache, dass der Dacit von Kisbanya Fragmente eines ächten, quarzfreien, feinkörnigen Andesites umschliesst*).

Sie unterscheiden sich von den älteren Andesiten wesentlich durch den grösseren Gehalt an Kieselsäure, welcher sich schon dadurch zu erkennen giebt, dass sie stets und oft reichlich ausgeschiedenen Quarz, auch nicht selten, neben Oligoklas, Hornblende und Glimmer, noch Sanidin enthalten. Uebrigens erscheinen sie nach Maassgabe der Farbe und des Quantitäts-Verhältnisses zwischen Grundmasse und Einsprenglingen in zahlreichen Varietäten. Ihnen gehören vorzugsweise die Eruptionsgebiete der Vlegyásza, des Szamos-Massivs und des siebenbürgischen Erzgebirges an.

3. Jünger als die Grünsteintrachyte v. Richthofens, (unter denen sich auch Stache's Dacite befinden), sind im Allgemeinen die grauen Andesite und die eigentlichen Trachyte, von welchen wiederum die ersteren den letzteren vorausgegangen zu sein scheinen.

In seiner classischen Abhandlung: Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen, spricht sich v. Richthofen folgendermaassen aus. Den Grünsteintrachyten folgen die grauen Trachyte, wie der Kürze wegen alle Gesteine der Trachytgruppe heissen mögen, welche nicht Grünsteintrachyte sind. Sie durchbrechen die vorigen und bedecken sie in einzelnen Kuppen und langgedehnten Zügen. Bei der langen Dauer ihrer Eruptionen wurden die verschiedensten Varietäten zu Tage gefördert, welche sich gegenseitig durchsetzen und massenhafte Reibungsconglomerate bilden, daher ihre relativen Altersverhältnisse leicht festzustellen sind. Sie werden von mächtigen Tuff-Ablagerungen begleitet, und erreichen im Gebirge der Hargitta ihre bedeutendste Entwickelung und grösste Meereshöhe.

Diese grauen Trachyte v. Richthofens begreifen aber nach Stache zwei verschiedene Gesteinsgruppen**), nämlich die meist dunkelgrauen jüngeren Andesite, welche in Siebenbürgen ihr grösstes Verbreitungsgebiet im nördlichen Theile des Hargittagebirges finden; und die eigentlichen Trachyte, welche ebendaselbst ihre hauptsächlichen Eruptionsgebiete im Süden, einerseits in der Gegend von Büdös und des St. Annasees, anderseits in der Gegend von Verespatak, Nagyag und Deva haben. Diese Trachyte sind nun nach Stache von etwas jüngerem Alter, als die grauen Andesite, und haben vor-

*) Geologie Siebenbürgens, S. 95.

**) Schon v. Richthofen unterschied in der Gruppe seiner grauen Trachyte saure sanidinhaltige Glieder von den bei weitem vorwaltenden andesitischen Gliedern. Studien u. s. w. S. 229.

zugsweise das Bindemittel der Trachytbreccien und der Tuffe geliefert, welche an den Rändern des Hargittagebirges in so bedeutenden Massen angehäuft sind. Dass aber die grauen Andesite erst nach den Daciten hervorbrachen, dafür spricht unter anderen die Thatsache, dass im Körös-Thale ein solcher Andesit in den Dacit apophysenartig eindringt, und grosse eckige Bruchstücke desselben umschliesst.

Uebrigens ist es wahrscheinlich, dass die grauen Andesite und die wirklichen Trachyte, obgleich unter sich altersverschieden, doch in naher Aufeinanderfolge schon in der Zeit der marinen Stufe der Wiener Tertiärformation zur Eruption gelangten, und noch bis in die Periode der Cerithienschichten hineinreichen *).

Wir erinnern hierbei noch daran, dass die grauen Andesite Ungarns und Siebenbürgens in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit den älteren grünen Andesiten wesentlich übereinstimmen, also Oligoklas und Hornblende, oder statt dieser bisweilen Augit enthalten, dass sie aber stets eine mehr dunkelgraue, bräunliche bis schwarze Grundmasse besitzen, in welcher die Einsprenglinge weniger deutlich hervortreten und niemals Pyrit zu beobachten ist. Sie nähern sich überhaupt, wie Stache sagt, mehr dem Typus der Basaltfamilie, während die grünen Andesite eher den Typus der alten Grünsteine wiederholen. Die dortigen Trachyte dagegen sind quarzfreie Gemenge von Sanidin allein, oder von Oligoklas und Sanidin, mit Hornblende und Glimmer; sie erscheinen theils mit weisser bis hellgrauer, theils mit rother oder grünlicher Grundmasse, und sind gewöhnlich durch die rauhporöse Beschaffenheit dieser Grundmasse, sowie durch eine meist reichliche und scharfe Ausscheidung ihrer krystallinischen Einsprenglinge ausgezeichnet. Oesterreichische Revue, Heft 7, S. 160.

4. Die Rhyolithe und Liparite scheinen in Ungarn und Siebenbürgen erst am gänzlichen Schlusse der trachytischen und andesitischen Massen-Eruptionen hervorgebrochen zu sein, und die ersteren erinnern in ihren Lagerungsformen und Lagerungsverhältnissen schon ganz an die neueren vulcanischen Bildungen. Auch scheint die mineralische Beschaffenheit ihrer Tuffe, welche nur aus rhyolithischem Materiale bestehen, darauf hinzudeuten, dass während ihrer Periode niemals mehr ein Trachytausbruch erfolgte.

Die Rhyolithausbrüche waren schon rein vulcanisch, sagt v. Richthofen; die Hauptthätigkeit der Natur bei ihrer Bildung bestand in dem Hervorstossen vulcanischer Kegel und in der Eröffnung reihenförmig angeordneter Kratere, welche das ältere Trachytgebirge begleiten. Theils aus diesen Krateren, theils aus Spalten, welche sich am Rande derselben, oder an den Abhängen des Trachytgebirges oder auch im Rhyolithgebirge selbst öffneten, wurde das kieselsäurereiche Gesteinsmaterial hervorgepresst. Sie werden von massenhaften Bimsstein- und Perlittuffen begleitet, und zeigen damit ihre submarine Bildung an. Die Gesammtheit ihrer Verhältnisse macht es unzweifelhaft, dass die ungarischen Rhyolithe durchaus jünger sind als die dortigen Trachyte **).

*) Vergl. diesen Band, S. 132 und 133, und Geologie Siebenbürgens, S. 97.

**) F. v. Richthofen, Studien u. s. w., S. 161 und 199.

In Siebenbürgen sind die Rhyolithe, ebenso wie die Dacite, nur auf das westliche und das nördliche Gränzgebirge beschränkt, und überhaupt in geringerer Ausdehnung vorhanden, als in Ungarn. Sie repräsentiren aber auch dort dieselbe Periode einer eruptiven Thätigkeit von vorherrschend vulcänischem Charakter; eine Periode, welche wahrscheinlich aus der Zeit der Ablagerung der Cerithienschichten bis in die jüngste Tertiärzeit hinaufreicht *).

Uebrigens hat v. Richthofen das relative Alter der verschiedenen Gesteine seiner Rhyolithgruppe noch etwas genauer festzustellen versucht. Den ersten Anhaltpunct für eine solche Gliederung fand er in der Gegend von Telkibánya, wo am Gönczer Passe die Bimssteine als grobe Conglomerate und feinere Tuffe erscheinen, welche stellenweise nicht nur von Perlitströmen unterbrochen, sondern auch von Perlitgängen durchsetzt werden. Aus den im Dorfe selbst gelegenen jüngeren Vulcanen sind aber rothe und schwarze steinartige Laven geflossen, welche die von oben herabkommenden Perlitströme bedecken. Sonach wären hier in aufsteigender Reihe eine Bimssteinperiode, eine Perlitperiode und eine Periode lithoidischer Rhyolithe (oder eine Liparitperiode) angezeigt. Ob die quarzführenden Mühlsteinporphyre, welche den ganzen Thalkessel von Telkibánya erfüllen, in die Periode der steinartigen Lava fallen, darüber lässt sich dort nicht entscheiden.

Dafür erhielt aber v. Richthofen einigen Aufschluss in dem viel gegliederten Gebirge von Bereghszász. Die erste Periode wird auch dort durch Bimssteine bezeichnet, welche in mächtigen Conglomeraten und Tuffen abgelagert sind, mit Perliten wechseln, von ihnen in breiten Gängen durchsetzt und in Strömen überlagert werden; dann folgen die massenhaften Ablagerungen der quarzführenden porphyrischen Gesteine, welche dort eine so wichtige Rolle spielen, und das Muttergestein der Mühlsteine und des Alaunsteines bilden. Hieraus schliesst v. Richthofen, dass die Massenausbrüche dieser Gesteine einer besonderen, vierten Periode angehören dürften.

Die vorstehend erläuterte Altersfolge der trachytischen Gesteine scheint sich im Allgemeinen für alle Trachytregionen Ungarns und Siebenbürgens zu bestätigen, wie die neueren lehrreichen Arbeiten der österreichischen und ungarischen Geologen beweisen. Der Raum unseres Lehrbuchs gestattet uns nur noch, aus Stache's interessanter Abhandlung über die geologischen Verhältnisse der Umgebungen von Waitzen **) das Folgende mitzutheilen.

In der Gegend von Waitzen, wo die Donau plötzlich aus der westöstlichen in die nordsüdliche Richtung umbiegt, da breitet sich ein bedeutendes Trachytgebirge aus, welches einerseits südlich auf dem rechten Donauufer bei Vissegrad, anderseits nördlich auf dem linken Ufer, bei Pilsen oder Börzsony, mit ansehnlichen Bergen aufragt, und sich daher in das Vissegrader und das Pilsener Trachytgebiet theilen lässt, welche durch das enge und pittoreske Donauthal von einander getrennt werden.

In beiden Gebieten walten die Breccien und Tuffe dermaassen vor, dass den krystallinischen Gesteinen der Trachytformation eine verhältnissmässig nur beschränkte Ausdehnung zukommt. Allein die Altersfolge dieser Ge-

*) Stache, in Geologie Siebenbürgens, S. 98.

**) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, B. 16, 1866, S. 277 ff.

steine ist ganz dieselbe, wie in den übrigen Gegenden Ungarns, indem sich von unten nach oben die grünen oder älteren Andesite (die Grünsteintrachyte v. Richthofens), die grauen oder jüngeren Andesite, die eigentlichen Trachyte, und schliesslich die Rhyolithe als die successiven Glieder der Trachytformation herausstellen. Die Dacite scheinen in dieser Gegend gar nicht vertreten, oder doch nur durch sehr vereinzelte Vorkommnisse eines quarzführenden Grünsteintrachytes angedeutet zu sein.

Der grüne oder ältere Andesit ist nur im Pilsener Gebiete vorhanden, wo er einen dreieckig begränzten Stock bildet, welcher von dem jüngeren Andesite rings umschlossen wird. Auch tritt er nicht in zahlreichen Varietäten auf; namentlich scheinen diejenigen zu fehlen, in welchen die Hornblende sehr vorherrscht, und fast den einzigen in der Grundmasse ausgeschiedenen Bestandtheil bildet. In den meisten Varietäten enthält die graulichgrüne Grundmasse Krystalle von Oligoklas, von schwarzem oder dunkelgrünem Glimmer und von Hornblende; nur hier und da finden sich auch grosse Quarzkörner ein.

Die grauen oder jüngeren Andesite (ein Theil von v. Richthofens grauen Trachyten) bilden auf beiden Seiten der Donau das centrale Hauptgebirge und grossentheils die höchsten und scharf markirtesten Berge. Sie erscheinen ganz überwiegend als Hornblend-Andesite, nur selten als Augit-Andesite, und die ersteren stimmen in allen ihren Eigenschaften mit den gleichnamigen typischen Gesteinen des Hargittagebirges in Siebenbürgen überein.

Die eigentlichen Trachyte, ausgezeichnet durch ihre rauhporöse Grundmasse und durch Sanidin, bilden, wie nach ihrer mineralischen Zusammensetzung so auch nach ihren geotektonischen Verhältnissen eine gut unterscheidbare Gesteinsgruppe; sie finden nämlich ihre hauptsächliche Verbreitung an den Abhängen oder Flanken der jüngeren Andesite, und stehen in der engsten Beziehung zu den diese letzteren umgebenden Breccien und Tuffen. Man kennt sie auf beiden Seiten der Donau, und sie lassen sich hier wie in Siebenbürgen nach der auffälligen Färbung ihrer Grundmasse besonders als rothe und als weisse Trachyte unterscheiden; dazu kommen noch grüne und weisse granatführende Varietäten, deren rothe Granatkrystalle gewiss nicht als spätere Umwandlungsproducte gedeutet werden können.

Die Rhyolithe endlich sind im Trachytgebirge der Umgegend von Waitzen fast nur durch das Gestein des Neograder Schlossberges vertreten, welches in einer röthlichgrauen bis licht fleischrothen, dichten, oft mit vollkommener planer Parallelstructur versehenen Grundmasse Sanidin, schwarzen Glimmer und Quarzkörner enthält.

Ein ganz vorzügliches Interesse gewinnen aber die Trachytbreccien und Trachyttuffe des Waitzener Gebirges durch ihre Lagerungs-Verhältnisse zu der dortigen älteren Tertiärformation, welche nach unten von den sogenannten Horner Schichten (vergl. oben S. 130 f.), nach oben von dem Anomia-Sande gebildet wird. Am ganzen Ostrande des Trachytgebietes liegen nämlich die mächtigen Massen der Breccien und Tuffe über dem Complexe dieser tertiären Schichten. Da nun in diesen nirgends eine Spur von trachytischem Materiale zu entdecken ist, so beweist diess wohl, dass die Bildung nicht nur jener Breccien und Tuffe, sondern auch ihrer Muttergesteine, der Andesite und Trachyte, in die Zeit nach dem Absatze des Anomia-Sandes fällt.

Die Horner Schichten sind im Waitzener Hügellande sehr verbreitet, obgleich sie meistentheils durch die Anomia-Sande und durch diluviale Geröllschichten ver-

deckt werden, und daher nur stellenweise zu Tage austreten. Sie bestehen theils aus Tegel, theils aus Sand und Sandstein, und werden besonders durch *Cerithium margaritaceum, C. plicatum, Natica crassatina, Pectunculus obovatus, Ostrea cyathula*, eine *Lucina* und andere Fossilien charakterisirt, welche namentlich bei Dios-Jenö sehr zahlreich vorkommen.

Die über ihnen liegenden weissen und hellgelben Anomia-Sande, zu welchen sich auch Schichten von reinem Quarzgeröll und von Sandstein gesellen, besitzen eine noch grössere Verbreitung und Mächtigkeit, und enthalten *Anomia costata, Ostrea digitalina* und *Pecten ventilabrum* als vorzüglich charakteristische Fossilien. In dem sogenannten Pandurenloche, einem vom Herrentischberge herabkommenden Graben ist nun die Ueberlagerung dieser Anomia-Sande durch die ältesten Trachytbreccien auf das Deutlichste zu beobachten, woraus sich denn ergiebt, dass der Anfang der trachytischen Eruptionen nach Ablauf oder gegen das Ende der oligocänen Periode eingetreten ist.

Verbindet man mit dieser Thatsache die zweite, dass bei Kemencze ein ganzer Complex von Sanden, Tuffen, Sandstein und Leithakalkstein über grauem Trachyt gelagert ist, und von diesem durch eine feste Breccie getrennt wird, deren Cäment aus rothem Trachyt besteht, sowie dass Trachytgerölle verschiedener Art sogar noch in den obersten Nulliporakalken vorkommen, so ist wohl die Folgerung gerechtfertigt, dass ein grosser Theil der die Trachyte umhüllenden Breccien und Tuffe, besonders aber diejenigen, deren Bindemittel von rothem Trachyte, und deren fragmentarer Bestand von Andesiten geliefert wurde, in der Periode zwischen den ersten Ausbrüchen der rothen Trachyte und der Ablagerung des Leithakalksteins, also in der miocänen Periode gebildet worden ist.

Schliesslich bemerken wir noch, dass in Ungarn wie in Siebenbürgen die Basalte überall den trachytischen Bildungen gefolgt sind, und daher, zugleich mit denen sie begleitenden Anamesiten und Doleriten, als die jüngsten eruptiven Gesteine beider Länder betrachtet werden müssen. Vergl. v. Richthofen, a. a. O. S. 161, und Stache, Geologie Siebenbürgens, S. 100.

In den Euganeen, diesem ganz isolirten, aus der Ebene unweit Padua aufsteigenden Trachytgebirge Ober-Italiens, kommen nach den trefflichen Untersuchungen von G. vom Rath*) drei bis vier verschiedene Gruppen trachytischer Gesteine vor. Während aber in Ungarn und Siebenbürgen die basaltischen Gesteine jünger sind, als die Trachyte, so verhält es sich hier umgekehrt; denn die Dolerite der Euganeen sind schon am Schlusse der Kreideformation oder am Anfang der Nummulitenformation hervorgebrochen, wie namentlich in der Gegend von Teolo sehr deutlich zu beobachten ist; wogegen die Gesteine der dortigen Trachytformation sämmtlich in die tertiäre Periode zu fallen scheinen.

Diese Gesteine lassen sich in folgende vier petrographische Gruppen bringen.

1. Hornblend-Andesite; sie enthalten in einer meist dunkelfarbigen, bisweilen auch hellfarbigen, höchst feinkörnigen bis dichten Grundmasse Krystalle von Oligoklas, Glimmer und Hornblende, aber keinen Sanidin; finden sich z. B. am Monte Alto, bei Zovon, Monselice u. a. O.

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 16, 1864, S. 461 ff.

2. **Sanidin-Oligoklas-Trachyt**, mit Krystallen der beiden genannten Feldspathe, wie im Trachyte des Drachenfels, nur sind die Sanidinkrystalle viel kleiner und höchstens einen halben Zoll gross; dazu gesellt sich stets Glimmer und etwas Hornblende: die Grundmasse ist rauh, weiss bis lichtgrau, compact oder porös. Luvigliano, M. Grande, M. Madonna.

3. **Perlit und Pechsteinporphyr** (eigentliche Rhyolithe), theils als typischer, rundkörnig-schaliger Perlit, wie am Monte Menone, theils als gelblichbrauner, oder auch als schwarzer obsidianähnlicher Pechsteinporphyr, wie am Monte Sieva.

4. **Liparit** (quarzführender Trachytporphyr), in mancherlei Varietäten; sie bestehen aus einer dichten bis höchst feinkörnigen, bisweilen fast erdigen, nicht selten hornsteinähnlichen* Grundmasse, meist von weissen oder doch lichten Farben, oft mit gestreifter Farbenzeichnung und schieferiger Structur; diese Grundmasse umschliesst Quarzkörner und kleine Sanidinkrystalle, beide zuweilen sehr sparsam, selten etwas Glimmer, noch seltener Oligoklas und Hornblende. Ein solcher schieferiger Liparit, welcher in Handstücken von jenem des Berges Baula in Island kaum zu unterscheiden ist, bildet den Monte Venda, den höchsten und centralen Gipfel der Euganeen.

Dass diese vier Gesteinsgruppen eine bestimmte gegenseitige Altersfolge beobachten werden, diess ist wohl sehr wahrscheinlich; leider war es jedoch unserem unermüdlichen Freunde G. vom Rath, bei einem Aufenthalte von nur einigen Tagen, nicht möglich, hierüber zu sicheren Resultaten zu gelangen. Indess hält er es für wahrscheinlich, dass am Monte Sieva, wo schon Da Rio eine stromartige Ausbreitung des Perlites zu erkennen glaubte, wohl die letzte eruptive Thätigkeit in den Euganeen Statt gefunden haben dürfte.

Wäre man berechtigt, dieselbe Altersfolge der Gesteine anzunehmen, wie in Ungarn und Siebenbürgen, so dürfte solche der Reihenfolge entsprechen, in welcher sie hier aufgeführt worden sind, indem die Hornblend-Andesite den ungarischen grauen Andesiten zu vergleichen, die älteren grünen Andesite Ungarns aber gar nicht vertreten sein würden.

Im **Siebengebirge** am Rheine sind bis jetzt, ausser den trachytischen Conglomeraten und Tuffen, folgende Gesteine der Trachytformation unterschieden worden.

1. **Sanidin-Oligoklas-Trachyt** oder normaler Trachyt: diese vorwaltende Gruppe unter den krystallinischen Gesteinen des Siebengebirges erscheint besonders ausgezeichnet am Drachenfels, bildet aber auch viele andere Berge und Bergzüge.

2. **Hornblend-Andesit**: dahin gehören vorzüglich die Gesteine der Wolkenburg, des Stenzelberges und mehrer mit ihnen zusammenhängenden Berge, wie denn überhaupt der Verbreitung nach dem Hornblend-Andesite die zweite Stelle gebührt.

---

* Diese hornsteinähnlichen Varietäten enthalten nach den Analysen von G. vom Rath 84 bis 92 Procent Kieselsäure, von welcher ein kleiner Theil im opalartigen Zustande vorhanden ist.

3. Trachydolerit; dieses Gestein ist besonders an der südlichen Gränze des trachytischen Siebengebirges in ziemlicher Verbreitung nachgewiesen worden; man betrachtete es bisher als eine eigenthümliche Varietät der Hornblend-Andesite, von welchen es sich jedoch nach den Untersuchungen von Deiters hinreichend unterscheidet.

4. Augit-Andesit; diese vielleicht noch etwas zweifelhafte Gruppe wird nur durch das doleritähnliche Gestein auf der Höhe der Löwenburg repräsentirt.

5. Liparit; findet sich wahrscheinlich anstehend nur an der Kleinen Rosenau, aber auch dort in sehr beschränkter Ausdehnung; ausserdem häufig als Geschiebe in den Trachytconglomeraten.

Von eigentlichen Rhyolithen, also von Perlit, Obsidian und anderen hyalinen Gesteinen ist bis jetzt im Siebengebirge keine Spur nachgewiesen worden.

Was nun das relative Alter dieser verschiedenen Gesteine betrifft, so ist G. vom Rath der Meinung, dass der Liparit das älteste Gestein sei, weil seine Geschiebe so zahlreich im Trachytconglomerate vorkommen, welches nach der Ansicht von Horner und G. vom Rath allen dortigen Trachyten vorausgegangen ist. Der Trachyt ist in der Hauptsache älter als der Hornblend-Andesit, so dass auch diese beiden Gesteine im Siebengebirge das entgegengesetzte Verhältniss beobachten, wie in Ungarn. Der Trachydolerit scheint jünger zu sein, als der Hornblend-Andesit, und der Augit-Andesit (oder Dolerit) der Löwenburg dürfte vielleicht das jüngste eruptive Gestein darstellen, sofern er nicht etwa mit dem Trachydolerite zusammenfällt.

Aus diesen drei Beispielen lässt sich schon schliessen, dass die zeitliche Aufeinanderfolge der petrographisch unterscheidbaren Gesteine nicht überall dieselbe gewesen sei, und dass sich die in einer Trachytregion, wie z. B. in Ungarn, erkannte Succession nicht ohne Weiteres, d. h. ohne genaue Prüfung auch für andere Regionen geltend machen lässt.

## §. 493. *Trachytformation des Siebengebirges.*

Da das am rechten Rheinufer, bei Königswinter unweit Bonn aufragende Siebengebirge als eine classische Region für das Studium der Trachyte gelten kann, auch nach allen seinen Verhältnissen sehr genau erforscht worden ist, so glauben wir die Betrachtung der Trachytformation mit einer kurzen Schilderung dieses vaterländischen Gebirges beschliessen zu dürfen.

Das Siebengebirge ist schon seit langer Zeit ein Gegenstand geognostischer Untersuchungen gewesen. Die neuesten und ausführlichsten Beschreibungen desselben lieferten Zehler und v. Dechen, welcher letztere sich wiederholt mit diesem interessanten Gebirge beschäftigt und die letzten Resultate seiner Forschungen, unter Benutzung der Zehlerschen Arbeit und der petrographischen Untersuchungen von G. vom Rath, in seinem trefflichen Werke: Geognostischer Führer in das Sie-

bengebirge am Rhein, Bonn 1861, niedergelegt hat. Wir konnten bei der Bea tung des gegenwärtigen Paragraphen nichts Besseres thun, als diesem treffl Führer zu folgen, haben aber auch ausserdem die wichtige kleine Schrift G. vom Rath: Ein Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges, 1861, Desselben Skizzen aus dem vulcanischen Gebiete des Niederrheins (in schrift der deutschen geol. Ges. B. 12, 1860, S. 40 ff.), sowie die lehrreiche handlung von Deiters (in derselben Zeitschrift, B. 13, 1861, S. 99 ff.) berücksic

Das Siebengebirge besteht aus vielen einzelnen, aber mit einander zu menhängenden Bergen, welche in dem felsigen Absturze des Drachenfels rechte Rheinufer erreichen, und als kegel- oder domförmige Kuppen aufr die niedrigen Terrassen oder lang gedehnten Rücken aufgesetzt sind. Unter sen Bergen sind es sieben, nämlich der Drachenfels, die Wolkenburg, die Lö burg, der Lohrberg, der grosse Oelberg, der Nonnenstromberg und der Pe berg, welche ganz besonders hervortreten: wie denn namentlich der Oel die Löwenburg und der Lohrberg die drei höchsten Kuppen des kleinen G ges bilden, indem sich der erste 1429, die zweite 1413, und der dritte 1355 Fuss über den Meeresspiegel erhebt, während der Rheinspiegel am Fuss Gebirges etwa 150 Fuss hoch liegt.

Auf seiner südlichen Seite, von Rhöndorf über die Löwenburg bis Ittenbach, wird das Trachytgebirge von den Schichten der devonischen Form begränzt; auf der Westseite, von Rhöndorf bis Ober-Dollendorf, fällt es i Sohle des Rheinthals ab, tritt mit dem Trachyte des Drachenfels sehr nal den Rheinspiegel heran, und wird weiterhin mehr oder weniger gleichfall devonischen Gesteinen eingefasst; auf der Nord- und Ostseite verlaufen die sehr verbreiteten trachytischen Conglomerate und Tuffe allmälig unter jün Bildungen.

Die krystallinischen oder protogenen Gesteine der Trachytform bilden zuvörderst längs der Südseite des Gebirges einen mächtigen Zug, we mit dem Drachenfels beginnend, über die Wolkenburg, den Bolvershahn, Schallenberg, den Geisberg, die Jungfernhardt, den Lohrberg und die Sc köpfe bis nach der Perlenhardt bei Ittenbach verläuft, und auf seiner Süd vom Drachenfels bis zum Lohrberge, durch das Rhöndorfer Thal begränzt v wir wollen diesen Zug den südlichen Hauptzug nennen. Am obersten fange des genannten Thales, dem Lohrberge gegenüber, ragt die Löwen auf, von welcher sich auf der linken Thalseite nach Westen ein zweiter, kl rer Trachytzug in einem nach Süden concaven Bogen bis zu dem Grossen I berge verfolgen lässt, welcher dem Bolvershahne gegenüber unweit Rhöndo Ende geht; dieser Zug mag der südliche Nebenzug heissen.

Von der Perlenhardt aus streckt sich ein zweiter Hauptzug in nordv licher Richtung nach dem Grossen Oelberge und dem Margarethenkreuze zu welchem er mit dem südlichen Hauptzuge in Verbindung steht; dort be das Thal des nach Königswinter herabfliessenden Mittelbaches, auf dessen n licher Seite sich dieser Zug weiterhin über die Grosse und Kleine Rosena einem fast halbkreisförmigen, nach Nordosten concaven Bogen bis zu dem S

…berge unweit Heisterbacherrott verfolgen lässt, mit welchem er endiget; wir wollen diesen Zug den **nördlichen Hauptzug** nennen.

Ausser diesen drei stetig fortlaufenden Zügen finden sich noch einige isolirte Vorkommnisse trachytischer Gesteine, wie z. B. am Hirschberge östlich von Königswinter, am südlichen Fusse des basaltischen Nonnenstromberges, in …dorf und an ein paar anderen Orten.

Mit Ausnahme der Südgränze der beiden, längs dem Rhöndorfer Thale, vom Drachenfels bis zur Löwenburg, und weiterhin bis gegen Ittenbach verlaufenden Züge, sowie der nordwestlichen Gränze des Drachenfels, wo die krystallinischen Gesteine der Trachytformation meist von Gesteinen der devonischen Formation begränzt werden, finden wir jene Gesteine fast überall von **trachytischen Conglomeraten** und **Tuffen** umgeben, welche nach Norden und Osten hin eine bedeutende Verbreitung gewinnen, und weit über das Gebiet des eigentlichen Siebengebirges verfolgt werden können.

Von denen am Grossen Oelberge, Nonnenstromberge, Petersberge und an anderen Puncten des nördlichen Gebirgsabfalles auftretenden **Basalten** abstrahiren wir am gegenwärtigen Orte, weil solche einer ganz anderen und jüngeren Formation angehören.

Was nun die **krystallinischen** Gesteine des Siebengebirges betrifft, so ist die wahrscheinliche Altersfolge derselben bereits am Ende des vorhergehenden Paragraphen angegeben worden, und haben wir uns jetzt nur noch mit der genaueren Betrachtung ihrer mineralischen Zusammensetzung und ihres Vorkommens zu beschäftigen.

### 1. Liparit von der Kleinen Rosenau.

Derselbe findet sich nur in zerstreuten Blöcken*), besonders häufig in der Schlucht zwischen der Kleinen Rosenau und dem Froschberge, am rechten Gehänge des Mittelbachthales; noch bedeutender ist sein Vorkommen in der Form von Geschieben innerhalb des Trachytconglomerates.

Seine Grundmasse ist sehr dicht und hart, im Bruche splitterig und schimmernd, hellgrau, braun oder grün; sie enthält hauptsächlich nur fest eingewachsene, tafelförmige Krystalle von Sanidin, zu welchen sich als seltenere Gemengtheile Glimmer und bisweilen Hornblende gesellen; Magneteisenerz ist sehr fein eingesprengt, und Titanit an der Rosenau fast als ein wesentlicher Gemengtheil vorhanden. Der durch G. Bischof fast bis zu 79 Procent bestimmte Kieselsäuregehalt der Grundmasse sowie der äussere Habitus charakterisirt das Gestein allerdings als eine Varietät des Liparites, wie diess schon lange von G. Rose erkannt worden ist.

### 2. Trachyt, und zwar Sanidin-Oligoklastrachyt.

Dieses Gestein erscheint in der grössten Verbreitung; es bildet nicht nur den Drachenfels, sondern auch beinahe den ganzen südlichen Hauptzug, welcher

*) Zehler sagt zwar in seinem Werke über das Siebengebirge, dass dieses Gestein an der Westseite der Kleinen Rosenau **gangförmig** auftritt; doch konnten weder v. Dechen noch G. vom Rath diesen Gang auffinden.

sich vom Drachenfels über den Schallenberg, Geisberg, die Jungfernhardt und den Lohrberg bis zur Perlenhardt erstreckt; nur zwischen dem Drachenfels und dem Schallenberge findet eine auffallende Unterbrechung Statt, indem die Wolkenburg und der Bolvershahn aus Andesit bestehen. Auch die ganze östliche Hälfte des an der Perlenhardt beginnenden, nach dem Grossen Oelberge und dem Margarethenkreuze verlaufenden nördlichen Hauptzuges besteht bis nahe an den Schwendelberg aus wirklichem Trachyte.

Die typische Varietät, welche so recht eigentlich den normalen Trachyt repräsentirt, ist besonders schön am Drachenfels und an der Perlenhardt zu beobachten. Die weisse oder graue Grundmasse besteht nach den Analysen von Abich und Rammelsberg aus viel Oligoklas, mehr oder weniger Sanidin, nebst etwas freier Kieselsäure oder latentem Quarze. Diese Grundmasse umschliesst nun einzelne, grosse (an der Perlenhardt bis 3 Zoll lange) Krystalle von Sanidin, sehr viele kleinere Krystalle von Oligoklas, auch Magnesiaglimmer und Hornblende, sowie als accessorische Gemengtheile weingelbe Titanitkrystalle und feine Körner von Magneteisenerz. Die Sanidinkrystalle zeigen oftmals eine flammige Farbenstreifung, aus welcher man geschlossen hat, dass sie, in ähnlicher Weise wie der Perthit, als lamellare Aggregate von Orthoklas und Albit zu betrachten sind; übrigens kommen sie nicht selten zerbrochen und in ihren Bruchstücken verschoben vor, wobei die Zwischenräume theils mit der Grundmasse ausgefüllt, theils leer geblieben sind, in welchem letzteren Falle die Bruchflächen bisweilen mit secundär gebildeten kleinen Quarzkrystallen überdrust erscheinen. — In anderen Varietäten erscheint der Trachyt mehr oder weniger verschieden: theils ist die Grundmasse anders gefärbt, theils sind die Sanidinkrystalle kleiner, wie z. B. am Schallenberge, Geisberge und Lohrberge, oder sie finden sich sehr sparsam und von wachsgelber Farbe, wie am südlichen Abhange der Jungfernhardt; aber alle diese Varietäten sind durch allmälige Uebergänge mit der typischen Varietät des Drachenfels verbunden *).

### 3. Hornblend-Andesit.

Die Wolkenburg, der angränzende Wimmerberg und ein Theil des Bolvershahnes bestehen aus diesem Andesite; eben so der nördlich von der Wolkenburg liegende Hirschberg, und der ganze fast südnördlich verlaufende Flügel des nördlichen Hauptzuges, vom Schwendelberge über die Grosse und Kleine Rosenau bis zum Stenzelberge. Im südlichen Nebenzuge, an dessen östlichem Ende die Löwenburg aufragt, sowie in den Scheerköpfen kommen zwar ähnliche Gesteine vor, welche jedoch schon von G. vom Rath als eigenthümliche Varietäten hervorgehoben wurden, und nach Deiters als Trachydolerite zu betrachten sind. Dagegen findet sich der Andesit noch am südlichen Fusse des Nonnenstromberges und am östlichen Fusse des Petersberges, welche beide von Basalt gebildet werden. Im Allgemeinen ist daher der Andesit nicht so verbreitet wie der Trachyt.

---

*) Sehr abweichend ist nur die Varietät vom Kühlsbrunnen im Rhöndorfer Thale, welche eine schuppig-schieferige Structur und plattenförmige Absonderung besitzt, auch viele kleine, mit einer hellgrünen weichen Substanz erfüllte Poren umschliesst, und von Krystallen blos Sanidin enthält.

Es ist besonders der Mangel an Sanidin, welcher diese Andesite charakterisirt. Die graue, bläuliche oder röthliche Grundmasse umschliesst als wesentliche Gemengtheile zahlreiche kleine Körner oder Tafeln von Oligoklas, viele säulenförmige, mitunter ziemlich grosse Hornblendkrystalle und sparsame Glimmerlamellen; dazu gesellen sich als accessorische Bestandtheile Augit und Magneteisenerz. Das Gestein braust oft mit Salzsäure, ist bisweilen porös, noch häufiger aber versehen mit grösseren Hohlräumen, deren Wände mit Kalkspath überdrust sind, während sie oft nach aussen von einem grossblätterigen Aggregate aus Hornblende, Glimmer und Oligoklas eingefasst werden. Aehnliche Aggregate sollen auch im Andesite der Wolkenburg und des Stenzelberges in der Form von eingeschlossenen Bruchstücken vorkommen. — Eine pfeilerförmige Absonderung findet sich an der Wolkenburg und am Mittelberge, eine cylindrische oder spitz kegelförmige und zugleich conform schalige Absonderung am Stenzelberge.

4. Trachydolerit (Schwarzer Andesit).

Schon am Bolvershahne treten Gesteine auf, welche zwar in ihrem äusseren Ansehen dem Andesite der Wolkenburg verwandt, dennoch aber hinreichend verschieden sind, um davon getrennt werden zu können. Aehnliche Gesteine bilden fast den ganzen, auf der linken Seite des Rhöndorfer Thales verlaufenden südlichen Nebenzug, von den Breibergen an über den Buckeroth, den an der rechten Seite desselben Thales unter dem Lohrberge aufragenden Brüngelsberg, bis zu der Löwenburg, sowie die nordöstlich von dieser liegenden Scheerköpfe.

G. vom Rath erkannte bereits die Eigenthümlichkeit dieser Gesteine, welche denn auch fast gleichzeitig durch die genauen chemischen und mikroskopischen Untersuchungen von Deiters festgestellt worden ist. Sie sind meist ausgezeichnet durch ihre dunkelgraue bis schwarze Farbe, durch ihre oft schieferige, in der fast parallelen Ablagerung lamellarer Oligoklaskrystalle begründete Structur, (Scheerköpfe, Brüngelsberg), sowie anderwärts durch die auffallende und fast verschwindende Kleinheit dieser Krystalle, (Löwenburg, Buckeroth, Breiberge und Bolvershahn). In der Grundmasse des Gesteins vom Kleinen Brüngelsberge sind nach v. Dechen Augit, Hornblende, Magneteisenerz und Olivin, sowie in ihren Drusenräumen Kalkspath und Chabasit erkannt worden, und Krantz hob die Aehnlichkeit der am südwestlichen Fusse dieses Berges vorkommenden Varietäten mit denjenigen Gesteinen hervor, welche anderwärts als Trachydolerit bezeichnet werden*). Diese wurde denn von Deiters bestätigt, welcher das Gestein der Löwenburg und der Scheerköpfe als ein Aggregat von Oligoklas (oder Labrador), von Hornblende in langen nadelförmigen Krystallen, von Augit, von ziemlich viel (über 11 und 16 Procent) Magneteisenerz und etwas Olivin erkannte, sowie auch das Gestein vom Bolvershahn**) fast ähnlich

*) Geognostischer Führer in das Siebengebirge, S. 105.

**) Nach Krantz sind die dunklen dichten Varietäten vom Bolvershahne dem Anamesite von Hanau so ähnlich, dass sie von ihm in Handstücken nicht unterschieden werden können. Geogn. Führer in das Siebengeb. S. 106.

zusammengesetzt fand. Wir sehen also, sagt Deiters, dass wir eben so viel Grund haben, diese Gesteine den doleritischen beizuzählen, und dass das Siebengebirge auch diejenigen Gesteine aufzuweisen hat, welche von Abich als Trachydolerite in die Wissenschaft eingeführt worden sind.

5. Augit-Andesit (Dolerit der Löwenburg).

Dieses Gestein ist bis jetzt nur an der Löwenburg, mitten im Gebiete des dortigen schieferigen Trachydolerites, in einem nahe unter dem Gipfel etwa 50 bis 60 Fuss hoch aufragenden Felsen nachgewiesen worden.

Nach den Untersuchungen von G. vom Rath ist es ein deutlich erkennbares krystallinisch-körniges Gemeng von grünlichschwarzen Augitkrystallen, farblosen Oligoklaslamellen, grünlichgelben Olivinkörnern und wenig Magneteisenerz; als einen fünften wesentlichen Gemengtheil vermuthet G. vom Rath etwas Nephelin, und als accessorische Gemengtheile nennt er Magnetkies und Sanidin, welcher letztere jedoch bis jetzt nur in einem einzigen Krystalle gefunden worden ist.

Derselbe genaue Beobachter giebt über die beiden Gesteine der Löwenburg noch folgende beachtenswerthe Bemerkungen. Betrachtet man die schöne Glockenform der Löwenburg, so drängt sich unwillkürlich die Ansicht auf, dieser Berg müsse aus einem und demselben Gesteine bestehen, und gleichsam wie aus einem Gusse gebildet sein. Diese bisher herrschende Ansicht ist aber irrig; der Hauptkörper des Berges besteht nämlich aus schwarzem Trachyt (Trachydolerit), und nur an und unter dem Gipfel erscheint der Dolerit (Augit-Andesit). Beide Gesteine stehen in einer nahen, schwer erforschbaren Verbindung, wie sie auch in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit einander verwandt sind. — Deiters vermisst eine bestimmte geotektonische Gränze zwischen beiden Gesteinen, und bezweifelt überhaupt das Vorhandensein einer solchen; in dieser Hinsicht scheint uns der von G. vom Rath hervorgehobene Umstand sehr beachtenswerth, dass etwa 100 Schritt nördlich unter dem Aussichtsfelsen zwischen den beiderlei Gesteinen eine schmale Masse von Trachytconglomerat auftritt.

Die trachytischen Conglomerate und Tuffe spielen im Siebengebirge eine sehr wichtige Rolle. Zwar fehlen sie an der Südgränze der Trachyte von Rhöndorf bis zur Löwenburg; allein schon im oberen Anfange des Rhöndorfer Thales erscheinen sie zwischen den krystallinischen Gesteinen, und erreichen daselbst ihre grösste Höhe von 1091 par. Fuss über dem Meeresspiegel. An der Nordseite des südlichen Hauptzuges aber gewinnen sie vom Drachenfels bis zum Zinnhöcker-Knippchen eine fast ununterbrochene Verbreitung, und lassen sich von dem letzteren Puncte im Thale des Mittelbaches aufwärts bis nahe an das Margarethenkreuz (1027 F.) verfolgen. Das ganze genannte Thal bis hinab nach Königswinter ist fast nur im Trachytconglomerate ausgewühlt, welches denn auch auf der Nordseite desselben, sowie auf der Nord-, Ost- und Westseite des nördlichen Hauptzuges in grosser Ausdehnung vorhanden ist. Ein kleines und ganz isolirtes Vorkommen desselben findet sich südlich vom Trachytgebirge bei Bonndorf.

Die trachytischen Tuffe des Siebengebirges sind meist graulichweiss, gelblichweiss oder lichtgelb, selten fleischroth und bräunlichroth, oder grünlichweiss, gelblichgrau und blaulichgrau, dabei oft gefleckt oder gesprenkelt, weich, in ihren klastischen Elementen stark zersetzt, während die Sanidinkrystalle und Glimmerschuppen meist noch ganz frisch erscheinen; dergleichen sehr scharfkantige und oft recht flächenreiche Sanidinkrystalle finden sich vielorts in den Tuffen. Eine Schichtung ist mehr oder weniger deutlich vorhanden, bald sehr mächtig, bald schmäler.

Kleinere und grössere Brocken, sowie feinerer Schutt trachytischer Gesteine haben das hauptsächliche Material der eigentlichen Tuffe geliefert; dieses Material befindet sich aber in einem auffallenden Zustande der Zersetzung, erscheint daher weich und mürb, matt und gebleicht, oft kaolinisirt. Die feineren Tuffe werden fast thonartig, ähnlich den Thonsteinen der Porphyre, und lassen nur noch kleine Glimmerschuppen erkennen. — Sehr gut sind diese Tuffe in den unterirdischen Steinbrüchen am Ofenkuhlenberge, im Thale des Mittelbaches zu beobachten, wo die Schichtung durch den Wechsel des Kornes oder der Farbe ausgesprochen ist. Sanidinkrystalle und Glimmerblättchen, die letzteren oft sehr zahlreich auf den Schichtungsflächen ausgebreitet, sowie gelblichweisse, kaolinisirte Trachytbrocken sind in der Grundmasse deutlich zu erkennen. Mit den 10 bis 16 Fuss mächtigen Schichten, welche den eigentlichen Gegenstand der Gewinnung bilden, wechseln andere, sehr feinkörnige bis fast dichte und thonsteinähnliche Schichten. Grössere Trachytstücke kommen nur selten darin vor.

Diese Tuffe erhalten oftmals eine conglomeratähnliche Beschaffenheit durch zahlreich eingeschlossene Bruchstücke verschiedener Gesteine. Dahin gehören zuvörderst Bruchstücke trachytischer Gesteine, welche gewöhnlich nur wenige Zoll, bisweilen aber ein paar Fuss im Durchmesser erreichen. Nach Nöggerath sollen dieselben stets aus dem zunächst anstehenden Trachyte stammen, wogegen Horner, Zehler und G. vom Rath behaupten, dass das Gestein vieler dieser Bruchstücke im Siebengebirge überhaupt gar nicht anstehend zu finden sei. Nach v. Dechen scheint aber so viel gewiss zu sein, dass sich unter diesen Stücken kein einziges befindet, welches einer von den anstehenden Gesteinen wesentlich verschiedenen Art angehört, viele sind sehr ähnlich den Varietäten des Drachenfelser Trachytes oder denen des Liparites von der Kleinen Rosenau; dennoch bleibt es auffallend, dass solche Stücke, welche dem Wolkenburger oder Stenzelberger Andesite sicher verglichen werden können, nur höchst selten gefunden werden*).

Nächst den Trachytstücken sind es besonders Geschiebe oder Fragmente devonischer Sandsteine und Schiefer, welche an vielen Orten in den Trachyt Tuffen vorkommen; so z. B. sehr häufig in der Nähe des Margarethenkreuzes und bei Ittenbach, sowie in der sogenannten Hölle, einem tiefen Hohlwege bei Königswinter, in dessen oberem Theile der Tuff ganz erfüllt davon ist. Vorzüglich wichtig ist aber das Vorkommen von Basaltstücken innerhalb der Trachyt-Tuffe**). Die ersten Spuren davon finden sich am Stenzelberger

* Geognostischer Führer in das Siebengeb., S. 252 u. 253.

** Zirkel fand im Trachytconglomerate am nördlichen Fusse des Drachenfels auch

Kreuze; auch im Hohlwege am Stenzelberge enthält der Trachyt-Tuff Ba kugeln und ganze Partieen von basaltischem Conglomerate; eben so finden eingemengte Basaltstücke an der Westseite des Limberges unweit Hei bacherrott, und am Langenberge scheinen einzelne Schichten von Basalt glomerat in dem dort weit verbreiteten Trachytconglomerate zu liegen. Stein bei Broich sind die beiderlei Conglomerate oftmals nicht mehr von ander zu unterscheiden; überhaupt aber nimmt die basaltische Beschaffe des Conglomerates in dem Maasse zu, als sich dasselbe nach Norden von Trachytbergen entfernt und den Basaltbergen nähert; weshalb denn auch Trennung der beiderlei Conglomerate nach v. Dechen nicht wohl du zuführen ist*).

Die Mächtigkeit der trachytischen Tuffe und Conglomerate mag nördlichen Rande des grossen Trachytzuges vielleicht bis 400 Fuss ste während sie anderwärts viel geringer ist, und stellenweise auf 20 bis 10 herabsinkt.

Stellenweise finden sich in den feineren Tuffen Abdrücke von Blättern auch fossiles Holz der Braunkohlenformation, mit welcher die Trachyt- überhaupt in genauem Zusammenhange stehen. Mehrorts ist es nämlich der zu beobachten, wie das Trachytconglomerat den kieseligen Sandsteinen Conglomeraten, also den ältesten Schichten der Braunkohlenformation, liegt, während dasselbe weiter nördlich von den jüngeren Thonen, Sa und Braunkohlen bedeckt wird. Hieraus folgt denn, dass die Bildung trachytischen Conglomerate und Tuffe mitten in die Periode der Braunkol formation fällt.

An vielen Puncten liegen die Trachyt-Tuffe unmittelbar auf den Schi der devonischen Formation; an anderen Puncten auf festem Trachyt oder desit, wie namentlich am westlichen Abhange der grossen und am südl Abhange der kleinen Rosenau, in einem Steinbruche zwischen dem Scha berge und Bolvershahne, an einer kleinen Höhe nördlich von der Wolken und an der Wiemerspitze. Schon aus diesen wenigen deutlich aufgeschlos Stellen folgert v. Dechen, dass ein ansehnlicher Theil der trachytischen und Conglomerate später gebildet worden sei, als die grösseren Masse Trachytes und Andesites.

Die Frage nach der eigentlichen Bildungsweise der Tuffe hat zwe verschiedene Beantwortungen gefunden. Nöggerath sprach schon vor lange die Ansicht aus, dass das Conglomerat aus einer theilweisen Zerstörung voraus gebildeten Trachyt- und Andesitberge hervorgegangen sei, wei grössere Theil seiner Fragmente stets von den zunächst gelegenen Berger stamme; Hartung schliesst sich dieser Ansicht an, welcher auch v. Deche gethan ist. Dagegen hat Horner die Ansicht aufgestellt, dass das Materi trachytischen Tuffe und Conglomerate vor der Eruption der Andesite

Phonolithstücke, obgleich im Siebengebirge Phonolith nirgends anstehend bekan Neues Jahrb. für Min., 1868, S. 706.

*) Geognostischer Führer in das Siebengebirge, S. 168 und 425.

achyte in der Form loser Auswürflinge geliefert worden sei, wonach denn die die diesen krystallinischen Gesteinen vorausgegangen sein würden*). Gerhard m Rath stimmt dieser Ansicht für die mächtigen und ausgedehnten Tuff-lagerungen des Mittelbachthales bei, indem er sich auf das Vorkommen von achyt- und Andesit-Gängen innerhalb des Tuffs, auf die an zwei Puncten obachteten Ueberlagerung des letzteren durch den Trachyt und auf den angel solcher Gesteinsfragmente beruft, welche unzweifelhaft vom Trachyte s Drachenfels oder vom Andesite der Wolkenburg stammen, an deren nördlichen Abhange sich doch jene Tuffe ausbreiten.

Es scheint, dass beide Ansichten ihre Berechtigung haben, indem wohl ere eruptive, und jüngere alluviale Conglomerate und Tuffe zu unterscheiden sind, welche letztere besonders in den mit basaltischen Fragmenten gebenen Tuffschichten anzuerkennen sein dürften. Dass aber wirklich gewisse achyte und Andesite erst nach der Ablagerung eines Theiles der Tuffe zur uption gelangt sind, diess wird durch die Gänge bewiesen, welche sie nerhalb derselben bilden, und deren bis jetzt folgende fünf bekannt sind.

1. Unter dem Margarethenkreuze setzt nach Zehler durch den Tuff ein 20 Fuss mächtiger Gang von perlgrauem Hornblend-Andesit, streicht hor. 11,5 und fällt 60° in Ost.
2. In der Nähe des Löwenburger Hofes findet sich ein 3 bis 4 Fuss mächtiger Trachytgang, dessen tafelförmige Sanidinkrystalle eine fast parallele Lage erkennen lassen.
3. Weiterhin am Wege nach Lahr beobachtete Horner einen 5 bis 6 Fuss mächtigen, fast senkrecht nordsüdlich streichenden Trachytgang, mit grossen Sanidinkrystallen und vielen Glimmertafeln.
4. Am Fusse des Brüngelberges steht ein 4 Fuss mächtiger Gang eines von Blasenräumen erfüllten grauen Andesites an.
5. Am Külsbrunnen findet sich in dem oberen, jetzt verlassenen Steinbruche ein durchschnittlich 5 Fuss mächtiger Gang von braunem, sehr verwittertem (Trachydolerit?) mit grossen, aber gänzlich zersetzten Hornblendkrystallen, welcher theils auf der Gränze des Tuffes und Trachytes, theils im Trachyte selbst aufsetzt und prismatisch abgesondert ist; streicht hor. 9 und fällt 70° in SW.

Da dieser letztere Gang eine Varietät des Drachenfelser Gesteins durchschneidet, so dürfte er zugleich beweisen, dass der Trachydolerit jünger ist, als der Trachyt des Drachenfels**).

Für die Beurtheilung des relativen Alters der krystallinischen Gesteine es Siebengebirges gewinnen noch ausserdem folgende, von G. vom Rath entdeckten Gänge eine grosse Bedeutung.

---

* *Trans. of the geol. soc.* 2., vol. IV, 1836, p. 443 u. 467. Horner erwähnt dabei, dass e grösseren Trachytstücke im Tuffe nicht als Fragmente, sondern, nach einer Bemerkung on Mitscherlich, als Bomben zu betrachten sind.

**) Zwar soll nach Zehler an der südöstlichen Seite des Buckeroth im Wege nach der wenburg ein Gang des Drachenfelser Trachytes im Trachydolerite aufsetzen, was für das egentheil sprechen würde; indessen ist es Niemandem gelungen, diesen Gang wieder aufzufinden.

Der Gipfel des Wasserfalls im Mittelbacher Thale besteht aus typisc Trachyte, welchen südöstlich vom Gipfel ein 30 bis 40 Fuss mächtiger, 11 streichender Andesitgang durchschneidet, der bis zur Thalsohle hinab folgt werden kann.

Im Rhöndorfer Thale, am südlichen Abhange des Schallenberges, fi sich, gleichfalls im Gebiete des Drachenfelser Trachytes, ein hor. 12 streiche Gang, dessen Gestein dem des Bolvershahnes durchaus ähnlich und also für Trachydolerit zu halten ist, wodurch denn die Folgerung bestätigt we würde, welche vorher aus den Verhältnissen am Külsbrunnen erschlo wurde.

Nach diesen Beobachtungen ist es kaum zu bezweifeln, dass im Siel gebirge der eigentliche typische Trachyt als das älteste der erupt Gesteine zu betrachten ist, während sowohl der Andesit als auch Trachydolerit als Producte jüngerer Eruptionen gelten müssen. Für Andesit insbesondere wird diess durch eine weitere Beobachtung von G. Rath bestätigt, welcher zufolge in einem Hohlwege zwischen der Rosenau dem Wasserfalle der unmittelbare Contact zwischen Trachyt und Andesit si bar ist; die hor. 11 streichende Gränzfläche setzt senkrecht nieder; der An ist ihr parallel plattenförmig abgesondert, während der Trachyt sehr verwi erscheint.

Uebrigens giebt sich auch im Siebengebirge das Eingreifen der Basal die Trachytformation sowohl räumlich als zeitlich zu erkennen, obgleich im gemeinen die Eruptionen derselben dort gleichfalls später begonnen haben jene der älteren trachytischen Gesteine. Der Grosse Oelberg liegt theils Trachyt, theils auf Trachyt-Tuff, und der Nonnenstromberg sowie der Pet berg werden stellenweise von Andesit und ausserdem von Tuff begränzt; kennt man gegen 30 Basaltgänge, welche die trachytischen Tuffe, und wenig 5, welche den Trachyt oder Andesit durchsetzen.

*Nachträgliche Bemerkung zu* §. 482 (S. 296 dieses Bandes).

Seit der Veröffentlichung des zweiten Heftes dieses Bandes ist mir durc Güte ihres Verfassers v. Richthofen's wichtige Abhandlung zugekommen, w ursprünglich zu San Francisco unter dem Titel: *The natural system of vol rocks*, bald darauf aber etwas umgearbeitet im 20. und 21. Bande der Zeits der deutschen geologischen Gesellschaft erschienen ist. Der Verfasser, we neuerdings Gelegenheit hatte, die vulcanischen Regionen Californiens und Nev kennen zu lernen, fand eine auffallende Uebereinstimmung der dortigen Ver nisse mit denen, welche er früher in Ungarn und Siebenbürgen erkannt hatte, sah sich dadurch veranlasst, folgende neue Classification der vulcanischen Ges aufzustellen, in welcher 5 Ordnungen und mehre Familien unterschieden wer

I. Ordnung: Rhyolithgesteine.
- 1. Familie: *Nevadite*, oder granitähnliche Rhyolithe.
- 2. „ : *Liparite*, oder porphyrähnliche Rhyolithe.
- 3. „ : *Rhyolithe* im engeren Sinne, hyaline Rhyolithe

II. Ordnung: Trachytgesteine.
- 1. Familie: *Sanidin-Trachyt*.
- 2. „ : *Oligoklas-Trachyt*.

**III. Ordnung: Propylitgesteine.**
- 1. Familie: *Quarzige Propylite*, oder Dacite.
- 2. ,, : *Hornblendige Propylite.*
- 3. ,, : *Augitische Propylite.*

**IV. Ordnung: Andesitgesteine.**
- 1. Familie: *Hornblend-Andesit.*
- 2. ,, : *Augit-Andesit.*

**V. Ordnung. Basaltgesteine.**
- 1. Familie: *Dolerit.*
- 2. ,, : *Basalt.*
- 3. ,, : *Leucitophyr.*

Durch die Einführung der grünsteinähnlichen Andesite unter dem Namen Propylite, weil mit ihnen in den genannten Ländern die trachytischen Eruptionen begonnen haben, wird diesen Gesteinen eine bestimmte chronologische Stellung angewiesen, welche in jenem Namen ihren Ausdruck findet. Natürlich ist dieses aber nicht so zu verstehen, dass in allen vulcanischen Regionen die ältesten eruptiven Gesteine von Grünsteintrachyten gebildet werden, oder dass überall die ältesten vulcanischen Gesteine den Propyliten v. Richthofen's entsprechen, und unter diesem Namen aufzuführen sind.

*Nachträgliche Bemerkung* zu S. 350 dieses Bandes.

Durch mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen fand Zirkel, dass die Hornblend-Andesite des Siebengebirges ziemlich reich an mikroskopisch kleinen Nephelinkrystallen sind, und dass eben dergleichen auch im Trachyte des Drachenfels und der Perlenhardt vorkommen, wie schon Vogelsang vermuthete, welchem es auch gelang, die von G. vom Rath nur erschlossenen Nephelinkrystalle des Dolerites der Löwenburg wirklich nachzuweisen. Die Trachyte des Cantal, der Domit des Puy de Dôme, sowie viele Trachyte und Andesite Ungarns und Siebenbürgens enthalten nach Zirkel gleichfalls mehr oder weniger Nephelin. Neues Jahrb. für Min. 1868, S. 703 ff.

## Zweites Kapitel.

## Basaltformation.

### A. Gesteine der Basaltformation.

### §. 494. *Einleitung und Uebersicht der krystallinischen Gesteine.*

Die Basaltformation ist eine der neuesten, sich unmittelbar an die vulcanischen Bildungen der Gegenwart anschliessenden Eruptivformationen*). Denn obgleich ihre Gesteine grossentheils unter etwas anderen Umständen an die Erdoberfläche gelangten, als die jetzigen Laven; obgleich die meisten Basalte sich aus blosen Spalten, und unabhängig von eigentlichen Vulcanen hervorgepresst worden sind; so giebt es doch nicht wenige Basalte, welche mit erloschenen Vulcanen in der genauesten Beziehung stehen und ganz unzweifelhaft auf ähnliche Weise aus den Krateren oder aus Seitenspalten derselben hervorgetreten sind, wie diess mit den heutigen Laven der Fall ist. So werden wir also durch die Basalte ganz allmälig erst in das Gebiet der älteren, bereits

* Vergl. Sartorius v. Waltershausen, Physisch-geogr. Skizze von Island, S. 66 f.

erloschenen, und aus diesem in das Gebiet der neueren, noch jetzt thätigen Vulcane übergeführt.

Die Basaltformation*) besteht, eben so wie die Trachytformation, aus zwei verschiedenen Abtheilungen von Gesteinen; aus einer Gruppe krystallinischer oder ursprünglicher, und aus einer Gruppe klastischer (z. Th. auch limmatischer und metamorphischer) oder regenerirter Gesteine. Beide Abtheilungen lassen sich aber nicht wohl gesondert betrachten, weil sie häufig in einander greifen, und eben so räumlich mit einander verbunden sind, wie sie der Zeit nach in eine und dieselbe Periode fallen. Zu den krystallinischen Gesteinen gehören die Dolerite, die Anamesite, die Basalte, die mit ihnen verbundenen Mandelsteine sowie die zelligen, blasigen und schlackigen Gesteine, sofern sie in stetig ausgedehnten Massen, und nicht in losen oder verkitteten Auswürflingen auftreten. Zu den klastischen Gesteinen gehören die aus den Bruchstücken oder losen Auswürflingen der genannten Gesteine gebildeten Geschütte, welche man unter den Namen der basaltischen Conglomerate und Tuffe, der Schlackenbreccien u. s. w. zu begreifen pflegt. Die meisten Wacken so wie der Palagonit-Tuff dürften schon in die Kategorie der metamorphischen, andere Wacken und die Basaltthone in die Kategorie der limmatischen Gesteine zu verweisen sein. Die Nephelindolerite schliessen sich wohl an die Dolerite an; die Leucitophyre aber bilden eine eigenthümliche Gesteinsgruppe, welche zwar durch ihren Pyroxengehalt den Basalten verwandt ist, ihrem Alter nach aber vielleicht richtiger zu der Lavaformation oder neovulcanischen Formation zu stellen sein dürfte, obgleich durch den neuerdings in vielen Gesteinen der Basaltfamilie nachgewiesenen Leucitgehalt ihre Zugehörigkeit zu dieser Familie bestätigt wurde. Diejenigen Gesteine endlich, welche in Island, auf den Färöern und Hebriden, in Schottland, im nördlichen Irland und in vielen anderen Ländern so verbreitet sind, und gewöhnlich unter dem Collectivnamen Trapp aufgeführt werden, müssen gleichfalls der Basaltformation zugerechnet werden, obgleich sie gewöhnlich keinen Olivin enthalten; die meisten dieser Trappe sind Anamesite, viele aber sind wirkliche Basalte oder auch Dolerite.

In Betreff ihrer geognostischen Constitution, sagt Sartorius v. Waltershausen, muss ein vorurtheilsfreier Beobachter gestehen, dass zwischen Basalt und isländischem Trapp durchaus kein merkbarer Unterschied wahrzunehmen sei; selbst der Mangel oder die Gegenwart von Olivin kann nicht als wesentlich betrachtet werden, da er sich in einigen Trappen häufig findet, während er in anderen so gut wie gänzlich fehlt. Auch in den teutschen und schottischen Basalten wird man den Olivin bald häufiger, bald seltener antreffen, ohne dass man denjenigen Gesteinen, in welchen dieses Material fehlt, den Namen Basalt absprechen möchte. Auch sind viele teutsche Basalte gewissen isländischen Trappen noch viel näher

*) Wegen ausführlicherer Belehrung über diese wichtige Formation verweisen wir auf das reichhaltige Werk v. Leonhard's: die Basaltgebilde in ihren Beziehungen zu normalen und abnormen Felsmassen, 1832; ein Werk, in welchem Alles zusammengestellt ist, was bis zum Jahre 1832 über die Formation bekannt war. Für die Genesis des Basaltes ist besonders die Preisschrift von Dressel zu empfehlen, welche 1866 in Haarlem erschien.

verwandt, als manche dieser letzteren unter einander. Die Verbreitung ihrer Schichten, ihr Wechsel mit Tufflagern, ihre Gänge und die Art ihrer Säulenbildung bieten durchaus keine Unterschiede dar, die uns berechtigen könnten, zwischen Basalt und Trapp eine scharfe Gränze zu ziehen und zwei selbständige Formationen in ihnen zu erblicken: obgleich es wahrscheinlich ist, dass die ganze Periode, in welche die Trappformation fällt, einen etwas grösseren Zeitabschnitt umfasse, als der Basaltformation, wie sie in Teutschland und Sicilien erscheint. Physisch-geogr. Skizze von Island, S. 63 f. — Nach Zirkel, welcher die isländischen Trappe gleichfalls als Glieder der Basaltformation anerkennt, bilden Anamesite das vorwaltende Gestein; doch treten auch häufig eigentliche Basalte, und nicht selten olivinhaltige Dolerite auf; auch die Trachydolerite gewinnen, namentlich in den oberen Etagen, eine sehr weite Verbreitung und sind ausgezeichnet durch das sehr sparsame Vorkommen oder auch den gänzlichen Mangel des Augites. Reise nach Island. S. 290 ff.

In Betreff des Olivines aber bemerkte Burat, dass sich im Velay und Vivarais, wo die Basaltformation so vollständig entwickelt ist, die ältesten Basalte durch das Vorwalten des Feldspathes und durch die Abwesenheit des Olivins von den jüngeren unterscheiden, gleichsam als ob eine gegenseitige Abstossung beider Mineralien Statt fände. *Descr. des terrains volc. p.* 187 ff. In ähnlicher Weise erklärt Reuss, dass in Böhmen der Olivin nur den dichten, schwarzgrauen Basalten zukomme, und dass ihm einige andere Gemengtheile, wie z. B. der Glimmer, die Hornblende und die Zeolithe gänzlich auszuschliessen oder doch sehr zurückzudrängen scheinen. — Der Ausspruch Beudant's, dass der Olivin in keinem Basalte fehle, und dass er die einzige charakteristische Substanz sei, welche ausschliesslich dem wahren Basalte zukomme (*Voyage en Hongrie, III,* 583), ist also doch nur in beschränkter Weise zulässig; denn nicht wenige Basalte sind frei von Olivin, während er auch bisweilen in anderen Gesteinen der Basaltformation angetroffen wird.

Wie verschieden nun auch die mancherlei krystallinischen Gesteine der Basaltformation erscheinen mögen, so lassen sie sich doch kaum als bestimmte Formationsglieder unterscheiden. Denn wenn auch in einigen Gegenden die eigentlichen Basalte, in anderen die Anamesite und in noch anderen die Dolerite eine besonders vorwaltende Rolle spielen, so findet doch in den grösseren basaltischen Territorien ein solches Durcheinander-Vorkommen der manchfaltigsten Gesteine Statt, so lässt doch oft ein und dasselbe Gebirgsglied in verschiedenen Theilen seiner Ausdehnung solche Verschiedenheiten der petrographischen Beschaffenheit erkennen, dass man fast behaupten möchte, Dolerite und Anamesite, Basalte und Wacken, basaltische Mandelsteine und Schlacken seien nur verschiedene Ausbildungsformen eines und desselben Materiales. Ob die Nephelindolerite und die ihnen entsprechenden Basalte eine getrennte Gruppe bilden oder nicht, darüber müssen künftige Forschungen entscheiden. Für die Leucitophyre aber dürfte eine solche Trennung wohl geltend zu machen sein.

So ist es eine ganz gewöhnlich vorkommende Erscheinung, dass Doleritgänge an ihren Gränzen aus Basalt, dass Basaltgänge zu beiden Seiten aus Wacke bestehen, oder dass eine Basaltdecke nach unten in Wacke oder nach oben in schlackigen Basalt, gegen die Mitte in Dolerit oder Anamesit übergeht u. s. w. Wesentliche Unterschiede dürften wohl eher in dem quantitativen Verhältnisse der vorherrschenden Gemengtheile, und in dem Vorkommen dieser oder jener untergeordneten Gemengtheile, als in denjenigen Verschiedenheiten des Kornes

und der Structur zu suchen sein, welche durch die Worte Dolerit, Anamesit, Basalt und Wacke ausgedrückt werden.

Als vorherrschende Gesteine geben sich in vielen Ländern die Basalte, in anderen die Anamesite zu erkennen; die Dolerite scheinen nur in einigen Ländern einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Formation zu nehmen, während sie in vielen Ländern, wie z. B. in Teutschland, zu den minder häufigen Gesteinen gehören; die Wacken und die Basaltmandelsteine aller Art treten hier häufig, dort selten auf; die schlackigen Gesteine endlich werden oft gänzlich vermisst, während sie in einigen Gegenden eine grosse Bedeutung gewinnen, im Allgemeinen aber nur da vorzukommen pflegen, wo die Basaltformation mit der Lavaformation, oder mit eigentlichen Vulcanen in unmittelbarer Verbindung steht.

Wie ähnlich übrigens manche sehr feldspathreiche Basalte oder Dolerite und manche sehr dunkelfarbige Phonolithe oder Trachyte einander werden können, so scheint doch zwischen der Basaltformation und der Trachytformation eine ziemlich bestimmte Trennung obzuwalten, so dass eigentliche Uebergänge in der Regel nicht anzunehmen sein dürften, wenn sie auch bisweilen Statt finden mögen, wie solches ja schon durch die Trachydolerite angezeigt ist, und selbst theoretisch nicht zurückgewiesen werden kann, dafern wirklich das basaltische Material des Erdinnern seinen Weg durch das höher liegende trachytische Material zu nehmen genöthigt war; wobei nothwendig derartige Gemische entstehen mussten, wie sie durch die schönen Arbeiten von Bunsen und Streng nachgewiesen worden sind.

Dagegen finden zwischen der Melaphyrformation und der Basaltformation so viele und so grosse Analogien Statt, dass man die letztere nur als eine Repetition, als eine Recidivbildung der ersteren betrachten möchte; obgleich der charakteristische Pyroxengehalt der basaltischen Gesteine noch immer einen auffallenden Unterschied zwischen ihnen und den Melaphyren begründet. Derselbe Pyroxengehalt bringt aber wiederum die Basaltformation in sehr nahe Beziehungen zu der Diabasformation, so dass sich überhaupt zwischen diesen drei quarzfreien Eruptivbildungen eine sehr merkwürdige Verwandtschaft zu erkennen giebt.

In Betreff der Mandelsteine ist noch die Bemerkung einzuschalten, dass die in ihren Blasenräumen vorkommenden zeolithischen Mineralien nicht selten einen sehr bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des ganzen Gesteins nehmen; denn nicht nur werden diese Mandeln und Geoden mitunter so zahlreich und so gross, dass sie eine ansehnliche Quote des ganzen Gesteins-Volumens ausmachen, sondern die Zeolithe imprägniren und durchflechten auch bisweilen die Gesteinsmasse dermassen, dass sie fast als wesentliche Bestandtheile derselben angesehen werden müssen.

Diese Erscheinung kommt besonders auffallend in den Mandelsteinen mit wackenartiger Grundmasse vor; aber auch in Doleriten beobachtet man zuweilen etwas Aehnliches. So berichtet Macculloch, dass der in mächtige Säulen abgesonderte Dolerit der Shiants-Inseln bisweilen eingesprengte Krystalle von

Mesotyp und Kalkspath enthalte; *Western Islands*, I, 440. Auf Skye kommt smin oft in erstaunlicher Menge und in Nestern von 4 bis 5 Fuss Durch- vor. und auf Rum haben die im Dolerite auftretenden, mit Zeolithen erfüllten len so eigenthümliche Formen, als ob diese Mineralien wesentliche Bestand- des Gesteins seien. *Boué, Essai géol. sur l'Ecosse p.* 238 u. 245. Aehnliche mmnisse beschreibt Sartorius v. Waltershausen von Island*), und schon bekannt ist der Dolerit von den Cyklopen-Inseln bei Catania, in welchem :im, theils zu Mandeln und Trümern concentrirt, theils als Bestandtheil der ıdmasse so reichlich vorhanden ist, dass das Gestein ohne ihn alle Consistenz ıeren würde. Viele hierher gehörige Erscheinungen finden sich zusammen- ellt in v. Leonhard's Basaltgebilden, I, S. 204 ff. Auch Reuss giebt eine sehr chtenswerthe Bemerkung über das Vorkommen der Blasenraum-Ausfüllungen in ı Phonolithen und Basalten Böhmens, und hebt es hervor, dass dasselbe zeo- ische Mineral bald wirkliche Mandeln oder Geoden, bald Adern und Streifen, ıld eine das ganze Gestein durchdringende Beimengung bilde. Die Umgebungen on Teplitz, S. 171 f. Dennoch sind alle diese Ausfüllungs-Materialien der Blasen- äume und Klüfte nur als secundäre, durch die Zersetzung des sie einschliessenden Gesteins auf nassem Wege entstandene Gebilde zu betrachten. Auf den Färöern eht nach Forchhammer die Zeolithbildung durch Einwirkung der atmosphärischen Gewässer auf den Dolerit noch immer fort, so dass sich in den Schluchten Con- glomerate bilden, zu welchen Zeolithe das Bindemittel liefern, und dass manche Quellen und Bäche zeolithische Sinter absetzen. Karstens Archiv, II, 1830, S. 206.

## §. 195. *Neuere Beobachtungen über die krystallinischen Gesteine der Basaltformation.*

Nachträglich haben wir zu dem, was im ersten Bande S. 629 ff. über diese Gesteine gesagt worden ist, noch folgende petrographische Bemerkungen ein- zuschalten.

Basalt. Im ersten Bande S. 637 wurde bereits erwähnt, dass Girard im Basalte vom Wickensteine in Schlesien Nephelin als Gemengtheil vermuthet hatte, dass Bischof gleichfalls dasselbe Mineral in gewissen Basalten voraus- setzte, sowie dass v. Cotta einen allmäligen Uebergang des Basaltes des Löbauer Berges in den dortigen Nephelindolerit anzunehmen geneigt war. Diese letztere Annahme ist nun zwar von Oscar Schneider in Zweifel gestellt worden; dennoch aber wurden neuerdings von mehren tüchtigen Forschern die Beweise geliefert, dass der Nephelin in sehr vielen Basalten und basaltischen Laven als ein wesentlicher Gemengtheil enthalten ist.

So hat v. Dechen mehre der basaltischen Laven der Eifel und der Um- gebungen des Laacher Sees als Nephelinlava aufgeführt, weil in allen Cavitäten derselben die kleinen, aus der Gesteinsmasse herausragenden Nephelinkrystalle zu erkennen sind. Roth bestätigte diess, und erklärte, dass wenn auch den Eifeler Laven und Basalten, welche hauptsächlich Augit und Nephelin, aber keinen Labrador enthalten, eigentlich der Name Nephelinit gebühre, er doch noch die gewöhnliche Bezeichnung beibehalten wolle**. Zu denselben Resul-

* Wo der berühmte isländische Doppelspath von Helgastadir nach Einigen eine colos- sale Mandel, nach Anderen (wie z. B. Krug v. Nidda) eine Spaltenausfüllung bildet.

** Roth, in Mitscherlich's Werk über die vulcanischen Ersch. in der Eifel, 1865, S. 23.

taten gelangte Laspeyres in seiner Abhandlung über die vulcanischen Geste des Niederrheins, in welcher er auch die Vermuthung aussprach, dass spät Untersuchungen ohne Zweifel für alle basaltischen Gesteine der Erde Dasse bestätigen werden, was für die Gesteine der Eifel erkannt worden ist*).

In Betreff des Nephelins sollte diese Vermuthung auch bald in Erfüll gehen; während nämlich K. v. Fritsch und W. Reiss, in ihrem schönen We über die Insel Tenerife, den Nephelin für einen wesentlichen, wenn auch m nur in Blasenräumen schlackiger Varietäten erkennbaren Bestandtheil des l saltes erklärten, so hatte Zirkel durch mikroskopische Untersuchung von Dün schliffen in vielen gewöhnlichen, dichten Basalten verschiedener Länder Nephelin als Gemengtheil direct nachgewiesen, und es sehr wahrscheinlich macht, dass wohl gar viele der farblosen nadelförmigen Mikrolithe der Bas als Nephelinkrystalle zu deuten sind, neben welchen jedoch ein trikliner Fe spath vorkommt**), dessen Vorhandensein schon Laspeyres gegen Roth a recht erhalten hatte.

Laspeyres hat wohl auch zuerst den Leucit als einen bisweiligen Geme theil basaltischer Gesteine hervorgehoben (a. a. O. S. 333), während dasse Mineral neuerdings von Zirkel als ein gar nicht seltener mikrolithischer Bestan theil gar vieler Basalte erkannt worden ist***).

Nach einer brieflichen Mittheilung desselben unermüdlichen Forschers 30. Mai 1869 hat sich durch die mikroskopische Untersuchung von fast dritteh hundert Basaltvorkommnissen ergeben, dass drei Haupttypen zu untersche sind:

1. Feldspathbasalte, gewöhnlich mit nur wenig Nephelin, und leucitf
2. Leucitbasalte, gewöhnlich nephelinhaltig, aber feldspathfrei;
3. Nephelinbasalte, mitunter leucithaltig und feldspathhaltig.

Dazu kommt noch eine grosse Mannichfaltigkeit der Mikrostructur, welche nament bei den Feldspathbasalten von einer sehr glasreichen, bis zu einer höchst glasar und fast körnigen Ausbildungsweise wechselt; und alle diese so verschieden mengten und gefügten Gesteine kann man, weil sie dasselbe schwarze Kleid tra in Handstücken von einander nicht unterscheiden. Zirkel ist im Begriff, die Re tate seiner gründlichen und umfassenden Untersuchungen in einer besond Schrift zu veröffentlichen. Das schwarze Kleid wird wohl in der Regel durch gewebte sehr feine Körner von Magneteisenerz bedingt.

Nephelindolerit. Ueber den Nephelindolerit oder Nephelinit sind neuerer Zeit ein paar ausführlichere Abhandlungen von A. Knop und O. Schneider erschienen, von welchen die erstere das Gestein von Meiches Vogelsgebirge, die andere jenes des Löbauer Berges betrifft†).

Knop fand ausser den schon früher bekannten Gemengtheilen des Meich Nephelinites auch noch Leucit in runden, peripherisch sich auskeilenden I tuen und bestimmte den bereits von Klipstein angegebenen Feldspath als ei

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, 1866 S. 321

**) Neues Jahrb. für Min., 1868, S. 712 ff.

***) Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1869, S. 46

†) Knop, im Neuen Jahrb. für Min., 1865, S. 674 ff., und Schneider, Geogn. Bes des Löbauer Berges, im 13. Bande der Abhandl. der naturf. Ges. zu Görlitz

monoklinen Feldspath von oligoklasähnlicher Zusammensetzung, jedoch ohne Kalkerde, mit vielem Kali und mehr als 2 Procent Baryterde; auch erkannte er Titanit und Sodalith als seltnere accessorische Gemengtheile, und fand, dass das in deutlichen Oktaëdern vorkommende Magneteisenerz nicht weniger als 25 Procent Titansäure enthält. — Schneider entdeckte in einem der Nephelinitfelsen des Löbauer Berges Sanidin als Gemengtheil, auch anderwärts Trappeisenerz, sowie einige Zeolithe, und zeigte, dass der Nephelinit und Basalt gegen einander scharf begränzt sind, ja dass der letztere unzweifelhafte Fragmente des ersteren einschliesst, woraus denn folgen würde, dass dort der Basalt etwas jünger ist als der Nephelinit *).

D o l e r i t und A n a m e s i t. Laspeyres verlangt, dass die Namen Nephelindolerit, Dolerit und Anamesit aus der wissenschaftlichen Nomenclatur verschwinden sollen, weil der alte Name Basalt a l l e Gesteine der Basaltfamilie sehr gut bezeichne, und weil es ein petrographischer Unsinn sei, Gesteine von gleicher mineralischer und chemischer Zusammensetzung, blos ihrer bald gröberen, bald feineren krystallinischen Ausbildung wegen mit verschiedenen Namen zu belegen **). Wir können uns mit dieser Ansicht nicht einverstanden erklären, weil die durch diese verschiedene Ausbildungsweise bedingten Verschiedenheiten des Kornes und der Structur auch mit verschiedenen qualitativen und quantitativen Verhältnissen der mineralischen Bestandtheile verbunden zu sein pflegen, und weil keinesweges alle Gesteine der Basaltfamilie diejenigen sieben Mineralspecies enthalten, welche Laspeyres als wesentliche betrachtet; wie er denn selbst Labradorbasalt und Nephelinbasalt unterscheidet. Daher hat auch Zirkel in seinem trefflichen Lehrbuche der Petrographie jene physiographisch vollkommen gerechtfertigten Unterscheidungen aufrecht erhalten, welche durch die Namen Dolerit, Anamesit und Basalt ausgedrückt werden ***).

Gegen den Namen A n a m e s i t haben sich zwar auch Senft, in seiner Classification der Gebirgsarten (1857, S. 281), und Prölls, im Neuen Jahrbuch für Mineralogie (1865, S. 286) ausgesprochen, weil sich derselbe nur auf einen sehr feinkörnigen Dolerit beziehe. Dagegen hat jedoch Hornstein in seiner gründlichen und ausführlichen Abhandlung über die Basaltgesteine des unteren Mainthales ÷ entschieden protestirt, indem er es als einen Rückschritt bezeichnet, wenn man ein so wohl charakterisirtes Gestein wie den Anamesit entweder mit dem Dolerite oder mit dem Basalte vereinigen wolle: ihm erscheint es weder praktisch noch überhaupt zulässig, den Namen Anamesit fallen zu lassen

*) Dagegen bildet nach Mohl im Kasseler Bassin der Nephelindolerit Gänge in einem der dortigen Basalte, während K. v. Fritsch am Hohenhöwen gleichzeitig gebildete Nester und Adern desselben Gesteins im Basalte beobachtete; auf der Insel Canaria bildet der Nephelinit einen Lavastrom.

** Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 18, 1866, S. 321 und 341.

*** Freilich sind diese Namen nicht immer ganz correct angewendet worden; wir erinnern z. B. an die bekannten augithaltigen Gesteine des Kaiserstuhls, welche als Dolerit aufgeführt werden, während sie, wie Nies ganz richtig bemerkt, nur als ein durch Augitkrystalle porphyrartiger Basalt (oder Anamesit) gelten können.

÷) Zeitschrift der deutschen geol. Ges., B. 19, 1867, S. 297 ff.

(a. a. O. S. 299 und 372). Derselbe Forscher hat auch in den typischen Anamesiten des unteren Mainthales, ausser dem schon längst bekannten Sphärosiderite, als häufigen accessorischen Bestandtheil den Nigrescit, ein eigenthümliches dem Chlorophäite verwandtes Mineral, nachgewiesen.

Dass der augitische Gemengtheil in den Doleriten und Anamesiten Islands und der Färöer oftmals durch Diallag oder Hypersthen vertreten wird, wie schon Krug v. Nidda und Durocher bemerkten, diess wird von Zirkel bestätigt. Derselbe erwähnt auch einen im nördlichen Theile Islands recht verbreiteten, durch grosse Anorthitkrystalle porphyrartigen Anamesit, und spricht in seiner Petrographie die Vermuthung aus, dass wohl auch manche als Basalt aufgeführte Gesteine Anorthit als feldspathigen Gemengtheil enthalten mögen*). Die von Hohenegger so genannten Teschenite, welche bei Teschen in Schlesien und bei Neutitschein in Mähren vorkommen und vorwaltend aus Anorthit und Augit (oder Hornblende) bestehen, würden sich gewissermassen als Anorthit-Dolerite betrachten lassen.

Noch ist wegen des Olivins, als eines so häufigen Minerals der Basaltfamilie, eine Bemerkung nachzuholen. Derselbe findet sich bekanntlich theils in isolirten, ringsum ausgebildeten Krystallen, theils in eckigen oder rundlichen Körnern (Individuen von gestörter Ausbildung), theils in körnigen Aggregaten, welche nuss-, faust- bis kopfgross und noch grösser und bald rundlich, bald eckig contourirt sind. Diesen Aggregaten sind nun oftmals auch andere Mineralien beigemengt, wie namentlich Bronzit oder Enstatit, Diopsid und Picotit, wodurch sie eine dem Lherzolithe und anderen Olivingesteinen ganz ähnliche Zusammensetzung erhalten**). Die schon von Leopold v. Buch, von Nöggerath, Gustav Bischof und Anderen vertretene Ansicht, dass diese Olivin-Aggregate nicht innerhalb des sie einschliessenden Basaltes gebildet, sondern als Bruchstücke tief im Schosse der Erde liegender Massen von Lherzolith oder Olivinfels zu deuten sind, welche vom Basalte bei seiner Eruption losgesprengt, eingewickelt und mit fortgeschleppt wurden — diese Ansicht hat neuerdings auch bei dem genialen Daubrée ihre volle Anerkennung und geistreiche Anwendung gefunden***). Sie mag auch theilweise ganz richtig sein; dennoch ist die Angabe von Zirkel gar sehr zu berücksichtigen, dass, obgleich in Island die Basalte und Anamesite meist olivinfrei sind, doch an der Nordküste, bei Melstadr, Hnausar und Hofsos, zwischen den Basalten einzelne mächtige Bänke vorkommen, welche so vorwaltend aus Olivin und sehr wenig Augit bestehen, dass

*) Nach Dressel ist es ziemlich gewiss, dass man unter dem Gesteine Basalt verschiedene Species, nämlich Labradorbasalte, Nephelinbasalte und Anorthitbasalte zusammenfasst.

**) Vergl. Sandberger, Neues Jahrb. der Min., 1866, S. 365 f.; Laspeyres, Zeitschrift der deutschen geol. Ges., B. 18, 1866, S. 366; Wolf, ebendaselbst, B. 19, 1867, S. 465 f. Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass die im ersten Bande S. 581, mitgetheilte Beschreibung des Lherzolithes falsch ist, indem dieses Gestein nach der Untersuchung von Damour wesentlich aus Olivin, Enstatit und Diopsid besteht, zu welchen Gemengtheilen sich Picotit als ein accessorischer Bestandtheil gesellt.

***) *Expériences synthétiques relatives aux météorites, Paris*, 1868.

wie als Olivingestein bezeichnet *). Es beweist diess, dass auch das Material solcher Olivingesteine bisweilen im noch geschmolzenen Zustande zur Eruption gelangt und zu effusiven Lagern ausgebreitet worden ist, während die in den Basalten eingeschlossenen Krystalle und körnigen Aggregate von Olivin schon in den tieferen Theilen des Eruptionscanals, wo noch eine höhere Temperatur waltete, zur Erstarrung gelangt sein dürften. Gegen die unerwähnte Ansicht über die Abstammung dieser Aggregate von tief liegenden Olivinfelsmassen erklärte sich Dressel in seiner Preisschrift über die Basaltbildung (Haarlem, 1866, S. 50 f.); auch K. v. Fritsch und W. Reiss können wenigstens einige Bedenken nicht unterdrücken **), und wenn von einer Präexistenz der Olivinkrystalle gesprochen wird, so ist diess wohl in der Regel nur so zu verstehen, dass sie als bereits fertige Krystalle in der noch flüssigen Basaltmasse an die Erdoberfläche gelangten, weil sie schon in der Tiefe als Ausscheidungs-Producte gebildet worden waren: nicht aber, dass sie aus irgend anderen präexistirenden Gesteinen losgerissen und in das basaltische Magma eingeknätet wurden. Dasselbe gilt von der oft erwähnten Präexistenz der grösseren Feldspathkrystalle, Augitkrystalle u. s. w.

Zum Schlusse dieses Paragraphen sei noch erwähnt, dass K. v. Fritsch und Reiss den früher von Delametherie vorgeschlagenen Namen Tephrine in der etwas abgekürzten Form Tephrit benutzen, um damit ganz schwarze, aber durch die Verwitterung sehr stark ausbleichende, daher aschgrau werdende Gesteine von sehr feinschuppiger Grundmasse zu bezeichnen, welche wesentlich aus Kalkfeldspath, Augit oder Hornblende, und Hauyn (oder Nephelin) bestehen und besonders auf den Canarischen Inseln vorkommen.

Dieselben beiden ausgezeichneten Forscher haben den von Al. Brongniart für gewisse basaltische Gesteine von schimmernder oder wenig glänzender Grundmasse gebrauchten von Plinius entlehnten Namen Basanit wiederum aufgenommen, indem sie darunter dichte, bisweilen porphyrische Gesteine verstehen, welche wesentlich aus triklinem Feldspath (Kalkfeldspath), Augit (oder Hornblende) und etwas Magneteisenerz bestehen, auch untergeordnet Nephelin und Olivin enthalten. Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 372 und 375.

## § 196. *Klastische und limmatische Gesteine der Basaltformation, Schlackenbreccien, Conglomerate und Tuffe.*

Wo die Basalte in einer unzweifelhaften Beziehung zu Vulcanen oder doch zu solchen Eruptions-Schlünden stehen, aus welchen vor oder nach dem Basaltausbruche lose Auswürflinge zu Tage gefördert worden sind, da finden sie sich auch mit Ablagerungen von schwarzen, braunen oder rothen Schlacken und Lapilli vergesellschaftet, aus denen namentlich die Basaltströme nicht selten hervortreten. Die Auvergne, das Vivarais und die Eifel sind reich an solchen Beispielen, welche uns den innigen Zusammenhang zwischen der Basaltformation und der Lavaformation recht augenscheinlich vorführen. Dergleichen basaltische Schlacken sind bisweilen durch Basaltmasse zu festen Breccien verkittet,

* Reise nach Island, S 292.

** Geol. Beschr. der Insel Tenerife 1868, S. 450

welche theils kleine Kuppen oder Gänge, theils einseitige Umhüllungen anderer Gebirgsglieder, bisweilen auch stromähnliche Ablagerungen bilden. Häufiger jedoch erscheinen sie als lose Geschütte, welche zu Kegeln oder Krateren aufgehäuft sind.

Am Mezenc sieht man öfters Basaltströme, die anfangs aus Schlackenbreccien bestehen, aus denen erst weiter abwärts der reine Basalt entbunden wird. Auch kleine Gangstöcke von solchen Breccien ragen hier und da hervor; ein sehr auffallendes Beispiel findet sich am Wege von Villard nach Fayt, wo eine enorme Masse von schlackiger Basaltbreccie kuppenförmig aufragt. Die berühmte Roche-Rouge, bei Brives im Velay, ein aus dem Granit hervorragender, fast 100 Fuss hoher, cylindrischer Felsen, welcher aus einem wild durch einander gestürzten Haufwerke von Schlacken, Basalt und Granitfragmenten besteht, wird von Bertrand Roux als das rückständige Ausfüllungsmaterial eines Eruptionsschlundes betrachtet.

In Böhmen kennt man gleichfalls einige hierher gehörige Erscheinungen. Am Wolfsberge bei Czernoschin im Pilsner Kreise, einer langgestreckten Basaltkuppe, sieht man deutlich eine Masse von Schlacken und rothem blasigem Basalt, welche wie ein mächtiger, nach oben sich stockförmig ausbreitender Gang den dichten Basalt durchschneidet, in welchen sie beiderseits überzugehen scheint. Am Hradischer Berge, zwei Stunden nordöstlich vom Wolfsberge, setzt ein Gang von schlackigem Basalt durch den dichten Basalt. Mayer, in Verhandl. der Ges. des vaterl. Museums, 1833, S. 22. — Anders verhält es sich am Kammerbühl bei Franzensbrunn unweit Eger, an welchem die basaltischen Schlacken und Lapilli, gemengt mit vulcanischen Bomben, mit verglasten Glimmerschiefer-Fragmenten und gebrannten Quarzstücken, einen flachen Hügel bilden, an dessen westlicher Seite der Basalt später hervorgebrochen ist, dessen Massen sich an die Schlacken-Ablagerung anlehnen; es ist diess schon ein kleiner, bald nach seiner Geburt erloschener Vulcan. Vergl. Heinrich Cotta, der Kammerbühl, 1833, Palliardi, der Kammerbühl, ein Vulcan, Eger 1848, und A. Reuss, die geogn. Verh. des Egerer Bezirkes, S. 34 ff. Eine zweite basaltische Schlacken-Anhäufung im Egerlande bildet den Eisenbühl bei Boden, dicht an der baierischen Gränze; Göthe machte zuerst auf sie aufmerksam, später gab Gumprecht eine Notiz über sie Beiträge zur geogn. Kenntniss einiger Theile Sachsens und Böhmens, 1835, S. 226, und zuletzt ist sie von Reuss ausführlich beschrieben worden; a. a. O. S. 42 ff.

Wichtiger als diese Schlackenbildungen, weil häufiger und ausgedehnter in ihrem Vorkommen, sind die basaltischen Conglomerate und Tuffe (I, 675), denen wir in so vielen Basaltregionen begegnen. Diese Gesteine wurden grösstentheils unter der Mitwirkung des Wassers gebildet, zum Theil auch umgebildet: sie zeigen daher eine deutliche Schichtung und enthalten nicht selten organische Ueberreste. Auch die Bruchstücke und Gerölle die kleineren Körner und Staubtheile derjenigen basaltischen Gesteine, aus denen sie bestehen, sind wohl gewöhnlich durch die Fallthätigkeit des Wassers geliefert worden: bisweilen aber dürften sie als lose Auswürflinge oder als eruptiver Reibungsschutt zu betrachten sein. Namentlich scheint das Material jener rothen Tuffe, welche so häufig zwischen den einzelnen Etagen der Basaltdecken eingeschaltet sind, nach Art des vulcanischen Sandes und der vulcanischen Asche aus Spalten herausgeschleudert und auf dem Meeresgrunde oder auf dem Grunde eines Landsees über der vorher ergossenen Basaltdecke regelmässig ausgebreitet worden zu sein.

Manche dieser Tuff-Ablagerungen sind während ihres Zustandes einer längeren Submersion zu jenen eigenthümlichen Gesteinen umgebildet worden, welche Sartorius v. Waltershausen unter dem Namen der Palagonittuffe in die Wissenschaft eingeführt hat. (I, 677).

Die Basalttuffe spielen zuvörderst eine wichtige Rolle im Gebiete der grösseren Basaltdecken, indem sie entweder mit den Schichten der krystallinischen Gesteine abwechseln, und dann oft eine grosse Mächtigkeit gewinnen, oder auch nur schmale Zwischenlager jener Schichten bilden, wie diess in § 497 bei der Beschreibung solcher Basaltdecken mehrfach erwähnt werden wird. Auch im nördlichen Böhmen finden sich sehr mächtige Lager von Conglomeraten und Tuffen zwischen den einzelnen Etagen des dortigen Basaltplateaus. Im oberen Egerthale, zwischen Carlsbad und Klösterle, sind feinkörnige, regelmässig geschichtete Tuffe in grosser Mächtigkeit abgelagert; sie werden von Basaltgängen durchsetzt und von gewaltigen Basaltmassen überlagert, gewinnen besonders bei Schlackenwerth eine grosse Verbreitung und enthalten dort Baumstämme oder vielmehr die rückständigen Hohlräume derselben, welche ursprünglich von Aragonit ausgefüllt waren, der jetzt zu Kalkspath umgewandelt erscheint. Die von Carlsbad aus viel besuchten Zwerglöcher bei Zwethau sind eben dergleichen cylindrische Hohlräume, welche die ursprünglich in den Basalttuff eingeschwemmten Holzstämme nach ihrer Verwesung zurückgelassen haben.

Im Kasseler Bassin wurde, nach Ablagerung der unteroligocänen Braunkohle, die Bildung der Basaltformation in einem Landsee mit der Eruption von Asche, Lapilli und Schlacken eröffnet, welche gegenwärtig als Tuffe und Breccien mit zum Theil palagonitischem Cämente erscheinen; dann erst folgten der Reihe nach verschiedene Basalte, Dolerit und Anamesit, welcher letztere schon in die oberoligocäne Periode fällt. Möhl, in seiner Abhandlung: Der Bühl bei Weimar unweit Kassel, 1866, S. 13 f. Ganz ähnliche Breccien finden sich bei le Puy in Frankreich.

Manche Basaltkuppen Böhmens sind auf eine solche Weise mit groben basaltischen Conglomeraten verbunden, dass die Bildung dieser letzteren auf Rechnung plutonischer Kräfte gesetzt werden muss; es sind Reibungsconglomerate, welche diese Kuppen theilweise emballirt haben oder auch in deren Masse eingeknätet worden sind.

Die Basalttuffe, welche die drei Berge bei Siegburg unweit Bonn bilden, werden von Kalkspathtrümern durchschwärmt und enthalten nach Nöggerath viel verkieseltes Holz so wie cylindrische, von Stämmen und Aesten herrührende Höhlungen, die nicht selten mit Aragonit ausgekleidet sind. An der Nordseite des Seelbachkopfes im Westerwalde befindet sich eine Ablagerung von Basaltconglomerat, welche zahlreiche Fragmente von bituminösem und von verkieseltem Holze umschliesst; die oft mehre Fuss langen Scheite befinden sich fast alle in verticaler Lage, weshalb Nöggerath vermuthet, dass es ein eruptives Reibungsconglomerat sei, welches bei dem Durchbruche der Braunkohlenformation Stammfragmente mit sich heraufgerissen habe. Ueberhaupt gehören derartige Vorkommnisse von Holz nicht zu den seltenen Erscheinungen, und sowohl Nöggerath als Reuss gedenken mehrer ausgezeichneter Beispiele.

Sehr merkwürdig sind die in Schwaben, zwischen Reutlingen und Boll, sowohl am Rande als auch auf der Hochfläche des Jurakalksteins vorkommenden Basalttuffe, welche meist so viele eckige Fragmente und Blöcke von Kalkstein umschliessen, dass sie oft mehr wie Kalksteinbreccien, als wie Basalttuffe erscheinen. Diese Gesteine bilden theils Kuppen, theils stetig ausgedehnte Ablagerungen, theils auch von oben hereingefluthete Ausfüllungen von Spalten und weiten Klüften des Kalksteins. Quenstedt, im Neuen Jahrb. für Min., 1842, S. 306 f. und Flötzgebirge Würtembergs, S. 502 f.

Zu den eigenthümlichen tuffartigen Bildungen gehören auch diejenigen, welche aus einer dichten, wackenähnlichen oder fast thonig erscheinenden, braunen, rothen, gelben oder grauen Grundmasse mit vielen eingeknäteten Krystallen und Krystallfragmenten von basaltischer Hornblende, Augit, Olivin, Glimmer oder Rubellan bestehen, oft blasig sind, in den Blasenräumen Zeolithe enthalten, und überhaupt eine dem Peperine (I, 676) ähnliche Beschaffenheit zeigen. Diese Tuffe, welche z. B. in Böhmen bei Luckow, Kostenblatt, Borislau, Schima und Luschitz vorkommen, scheinen subaquatische Dejectionsgebilde zu sein und bilden gleichsam Mittelglieder zwischen dem festen Basalte und den gewöhnlichen Basalttuffen.

Wir hätten nun noch Einiges über die Einwirkungen der Basalte, Anamesite und Dolerite auf die angränzenden Gesteine, über die so häufig in ihnen eingeschlossenen Fragmente der von ihnen durchbrochenen Gesteine*), über das Alter und über die Bildungsweise derselben zu sagen. Da jedoch jene Einwirkungen schon im ersten Bande, theils in der Allöosologie der Gesteine (I, 738 ff. und 751 f.), theils in der Geotektonik (I, 916 ff.), ihre Altersbeziehungen aber schon bei den Phonolithen (III, 333 f.) zur Erwähnung gebracht worden sind, und da die früher sehr lebhaft verhandelte Streitfrage über die neptunische oder die vulcanische Bildung des Basaltes gegenwärtig als erledigt betrachtet werden kann, so wollen wir nur noch daran erinnern, dass der Anfang der basaltischen Eruptionen im Allgemeinen etwas später eingetreten zu sein scheint, als der Anfang der Trachyt-Eruptionen, dass jedoch einige Basalte, wie z. B. diejenigen der Gegend von Vicenza, Verona und Teolo, schon in der eocänen Periode hervortraten, dass auf Island die Trachyte mitten in die lange Periode der basaltischen Eruptionen fallen, und dass nach Hoffmann am Cap Passaro in Sicilien Basalte unter solchen Verhältnissen vorkommen, welche sie sogar in die Periode der Kreideformation zu verweisen scheinen**).

Aus Allem geht hervor, sagt Zirkel, dass auf Island der Trachyt meist jünger ist als die Hauptmasse des Basaltes, dass aber, wie aus den Durchsetzungen beider Gesteine ersichtlich ist, locale Ergüsse von basaltischem und trachytischem Materiale abgewechselt haben, so dass es nicht gestattet erscheint, in Island eine in stofflicher Hinsicht allmälig sich verändernde eruptive Thätigkeit anzunehmen. Aehnliche Verhältnisse sind aus den vulcanischen Regionen Böhmens und der Rhön bekannt. Dasjenige Material, welches die jüngsten Eruptionen zu Tage förderten, ist fast ausschliesslich basischer Natur. Reise nach Island, S. 311.

An eine neptunische oder sedimentäre Entstehung der Basalte dürften wohl heutzutage nur noch wenige Naturforscher glauben; und auch die von G. Bischof ausführlich erörterte Hypothese einer allmäligen Umbildung von Thon und Thonschiefer zu Basalt möchte wohl von keinem Geognosten adoptirt werden***). Die Geologen haben sich fast einstimmig für die plutonische und

*) Man vergleiche hierüber v. Leonhard, die Basaltgebilde, II, S. 219 ff. und Dressel, die Basaltbildung, S. 145 f., wo auch die Zweifel beseitigt werden, welche Fischer gegen die Existenz solcher Fragmente vorgebracht hat.

**) Sollte sich die Angabe von Dubois de Montpereux (*Bull. de la soc. géol.* VIII, p. 375) bestätigen, dass am Kaukasus in den Grünsandschichten der Kreideformation grosse abgerundete Trachytblöcke vorkommen, so würde es auch vortertiäre Trachyte geben.

***) Bischof, Lehrb. der chem. und physik. Geologie, 2. Aufl., B. III, S. 376—421, und dagegen Dressel, die Basaltbildung, S. 16—28.

ruptive Bildung der Basalte entschieden;* und auch die Meinung, dass ihnen ihr Material durch Schmelzung von Graniten, Amphiboliten, Grauwacken oder anderen präexistirenden Gesteinen geliefert worden sei, dürfte wohl ziemlich allgemein durch die Ansicht verdrängt worden sein, dass solches Material unmittelbar aus dem Innern der Erde, aus jenen unerreichbaren Tiefen stammt, wo sich noch Alles im feuerflüssigen Zustande befindet.

## B. Geotektonische Verhältnisse der Basaltformation.

### § 437. *Lagerungsformen der basaltischen Gesteine; Decken, Lager und Ströme.*

Die krystallinischen Gesteine der Basaltformation erscheinen theils mit, theils ohne Begleitung von klastischen Gesteinen, und pflegen im ersteren Falle mit den Conglomeraten und Tuffen auf mancherlei Weise verbunden zu sein, indem sie bald über, bald unter, bald zwischen denselben auftreten, oder auch solche gangförmig durchsetzen. Wir nehmen das häufige Eingreifen dieser klastischen Gesteine in die Basaltformation als eine Thatsache an, deren wir bei der Darstellung ihrer Lagerungsformen bedürfen.

Die Basaltformation ist im Allgemeinen weit mehr verbreitet, als die Trachytformation, und gewinnt in einigen Ländern eine so bedeutende horizontale Ausdehnung, wie man sie gewöhnlich nur bei Sedimentformationen anzutreffen pflegt*). Sie erscheint nämlich oftmals in Decken oder in mächtigen Schichtensystemen, welche bisweilen über viele, ja über Hunderte und selbst über Tausende von Quadratmeilen ausgebreitet sind.**). Diess ist unstreitig eine ihrer wichtigsten Lagerungsformen, durch welche sie sich uns als eine von denjenigen eruptiven Formationen verkündet, welchen ein sehr wesentlicher Antheil an der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste zugestanden werden muss. Diese Decken sind gewöhnlich aus mehren Etagen zusammengesetzt, welche von verschiedenen basaltischen Gesteinen gebildet und oftmals durch Conglomerat- oder Tuffschichten abgesondert werden, während das ganze, bisweilen höchst regelmässig geschichtete System oftmals von Basaltgängen durchschnitten wird, die bald mit einer tieferen, bald mit einer höheren Etage in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Die zusammenhängenden Basaltmassen des Leitmeritzer Kreises in Böhmen, welche sich von Haida gegen Bilin auf 8 Meilen Länge, bei 2 bis 3 Meilen grösster Breite erstrecken, lassen sich nur auf die Vorstellung einer mächtigen, aus mehren Etagen bestehenden Basaltdecke zurückführen, welche allerdings durch die

* Das Vorkommen des Basaltes auf der hohen Rhön in zusammenhängender Ausbreitung war schon dem scharfsinnigen Heim aufgefallen, bestimmte ihn jedoch zu der Erklärung, dass er solche Massen nicht für vulcanische Producte halten könne, weil sie weit mehr Aehnlichkeit mit Kalkstein- oder Sandstein-Ablagerungen hätten, als mit vulcanischen Ergiessungen.

** Unter den Schichten der krystallinischen basaltischen Gesteine sind hier natürlich effusive Schichten (I, 459) zu verstehen, deren Material sofort in seiner ganzen Mächtigkeit mit einem Male abgelagert worden ist.

abyssodynamischen Bewegungen späterer Basalt- und Phonolith-Eruptionen gehoben, und durch dieselben Bewegungen so wie durch die Thätigkeit der Gewässer zerrissen, zerstückelt und stellenweise abgetragen wurde, welche aber ursprünglich über den Schichten der Kreide- und der Braunkohlenformation als eine stetige Ablagerung ausgebreitet worden ist, und einen mindestens 16 Quadratmeilen grossen Flächenraum in ununterbrochener Ausdehnung bedeckte. Dass diese Basaltdecke des nördlichen Böhmen aus mehren Etagen besteht, diess ist nach Reuss sehr deutlich an dem von Schreckenstein nach der hohen Wostrai führenden Zlatinawege zu erkennen, wo man successiv sechs Basalt-Etagen überschreitet, welche durch mächtige Zwischenlager von basaltischen Conglomeraten abgesondert werden. Im Elbthale oberhalb Aussig ist die Auflagerung dieses mächtigen Basaltplateaus auf dem Sandsteine der Braunkohlenformation trefflich zu beobachten, welcher letztere von vielen und mächtigen Basaltgängen durchschnitten wird, die nach oben mit der Basaltdecke zusammenhängen.

Das östlich von Carlsbad zwischen Schlackenwerth und Radonitz aufragende Duppauer Basaltgebirge, welches im Oedschlossberge über 2900 Fuss hoch aufragt, bildet in der Mitte einen breiten Rücken, von dem radial nach allen Richtungen Bergzüge auslaufen, welche durch tiefe Thäler und Schluchten getrennt sind und auswärts allmälig immer niedriger werden, bis sie sich endlich in einzelne Kämme und Kuppen auflösen. Auch in diesem Gebirge lassen sich verschiedenartige Basaltergüsse über einander, getrennt durch Conglomerate und Tuffe, nachweisen. Im Centro walten als die ältesten Basalte besonders braune, grünliche und graue, augit- und glimmerreiche, aber olivinfreie, oft mandelsteinartige Varietäten vor; an sie schliessen sich nach aussen feste, schwarze, augitreiche, doch gleichfalls olivinfreie Basalte an; dann folgen ebenfalls schwarze, aber olivinreiche oft auch augithaltige Basalte, und endlich als jüngste Bildung dichte, schwärzlichgraue, sehr homogen erscheinende Basalte fast ohne alle ausgeschiedene Gemengtheile. Eigentliche Dolerite fehlen gänzlich; Phonolith (jünger als die meisten Basalte) tritt nur nahe am Rande des Gebirges in einzelnen Kuppen auf, wogegen die basaltischen Conglomerate und Tuffe nach Verbreitung und Mächtigkeit eine bedeutende Rolle spielen.

Das Vogelsgebirge in Hessen liefert uns ein noch grossartigeres, jedenfalls aber ein mehr arrondirtes Beispiel von einer über viele Quadratmeilen in ununterbrochener Ausdehnung auftretenden Basaltbedeckung. Dieser sogenannte Vogelsberg ist ein ganz flaches Kegelgebirge, von 3 bis 4 Meilen im Halbmesser, dessen höchster Punkt, der Taufstein, 3130 Fuss hoch liegt; der Scheitel dieses Gebirges bildet ein sehr flaches Plateau, von welchem zahlreiche Schluchten und Thäler strahlenförmig nach allen Richtungen auslaufen, zwischen denen breite Jöcher herabziehen, die hier und da theils einseitig schroffe Abstürze, theils allseitig abfallende Kuppen, theils auch ruinenähnlich aufsteigende Felsen zeigen. — Die Gesteine, welche dieses Gebirge bilden, gelangten während einer längeren Periode der Tertiärzeit zum Ausbruche und lassen nach Dieffenbach, Tasche und Ludwig unzweifelhafte Ströme, ja stellenweise die Kratere und Eruptionsstellen deutlich erkennen, aus welchen sie geflossen sind*). Die einzelnen über einander liegenden, oft schlackigen Ströme, welche häufig durch dünne Tuffschichten getrennt werden, sind bisweilen nur 6 bis 10 Fuss mächtig, während sie anderwärts bis 80 und 100 Fuss anschwellen. Nach oder während*) der Ablagerung dieser Ströme muss eine allmälige Erhebung des Gebirges Statt gefunden haben, durch welche die

* Diess bestätigte auch Reiss in einem Briefe an Blum; im Neuen Jahrb. für Min., 1862, S. 696, während Hartung es noch zu bezweifeln schien, in seinen Betrachtungen über Erhebungskratere, 1862, S. 65 ff.

marinen Schichten der Oligocänformation bis zu 1000 Fuss über dem Meeresspiegel hinaufgedrängt wurden. Während ein hornblendreicher Basalt, Trachyt und Phonolith, als die dortigen ältesten Gesteine, nur untergeordnet vorkommen, so sind es die übrigen basaltischen Gesteine, welche ganz vorwaltend das Gebirge zusammensetzen. Die älteren Basalte sind braun, grünlich, grau bis schwarz, z. Th. reich an Phillipsit und Chabasit, stellenweise auch an Olivin; sie werden gangförmig durchsetzt oder auch deckenweise überlagert von den jüngsten Basalten, welche sehr dunkelfarbig, reich an Augit und Titaneisenerz, arm an Olivin und frei von Zeolithen sind. Nächst diesen am meisten verbreiteten Gesteinen spielen Dolerite und Anamesite eine wichtige Rolle, denen sich auch Trachydolerit und an einigen Puncten Nephelinit anschliessen. Basaltische Conglomerate und Tuffe erscheinen mehr oder weniger in der Begleitung aller dieser Gesteine. So dehnt sich denn, von Giessen bis Schlüchtern und von Alsfeld bis Staden, das Vogelsgebirge als eine 40 Quadratmeilen grosse, zusammenhängende Basaltablagerung aus; unstreitig eines der grössten Territorien der Basaltformation in Europa. Becker, in Zeitschr. des Vereins für Erdkunde, Heft I, S. 149 f. und Voltz, Uebers. der geol. Verh. des Grossh. Hessen, S. 120 ff. Ludwig, Geol. Skizze des Grossherzogthums Hessen. 1867, S. 18 f.

Auch der Westerwald stellt ein sehr bedeutendes und stetig ausgedehntes Basalt–Territorium dar, und dasselbe gilt, obgleich in geringerem Maasse, von der hohen Rhön. Vergl. Schmid, Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. V, S. 228.

Wie in Deutschland, so finden sich auch in Centralfrankreich dergleichen Basaltdecken, welche dort mehrfach mit Basaltströmen in Verbindung stehen; wie denn überhaupt der Zusammenhang der Basaltformation mit der Lavaformation in wenigen Ländern mit solcher Evidenz zu erkennen ist, als in dieser, für das Studium beider Formationen classischen Region. So bildet nach Elie de Beaumont der Basalt am Cantal eine fast ununterbrochene Decke, welche, das Gebirge wie ein weiter Mantel umhüllend, weit hinauf, ja fast bis zum Rande des Kessels reicht. Diese Basaltdecke hat durchaus dieselbe Neigung, wie der unter ihr liegende Trachyt, welcher von vielen Basaltgängen durchsetzt wird, die sich nach oben ausbreiten. Am Mont-Dore dagegen existirt der Basalt fast gar nicht in der Centralregion des Gebirges, wo er nur in Gängen auftritt; aber nach der Peripherie zu, da bildet er Ströme und Decken, welche in mehren verschiedenen Horizonten auftreten, so dass eine Abwechslung von trachytischen und andesitischen mit basaltischen Gesteinen Statt findet, bis endlich die letzteren die Oberhand gewinnen. Auch am Mezenc breitet sich der Basalt in mächtigen Decken und Plateaus aus, welche meist stark dislocirt sind; und die Kette der Coyrons stellt ein langgestrecktes, stetig ausgedehntes, über 2 Meilen breites und fast durchweg gleich hohes Plateau mit steilen Abstürzen dar, welches aus mehren mächtigen Basaltdecken besteht, die theils unmittelbar über einander liegen, theils durch vulcanische Tuffschichten von einander getrennt werden.

In Schottland und Irland, wo die Anamesite so vorwalten, finden sich ähnliche Lagerungsformen. So auf den Hebriden, und namentlich auf den Inseln Skye, Rum und Mull, wo der Basalt grosse Plateaus von sehr monotoner, mit Torf und Haide bedeckter Oberfläche bildet. Meist stellen diese Plateaus eine Reihe von Terrassen dar, welche über einander aufsteigen, 20 bis 80 Fuss hoch sind und bald schroffe, bald sanfte Abhänge haben. Die Thäler sind unbedeutend; an den Küsten aber, gegen welche das stürmische Meer der Hebriden seine ganze Wuth auslässt, da sieht man furchtbare Zerstörungen: schroffe Felsen, mauerähnliche Abstürze, Höhlen (Duntulm und Talisker, Staffa) und thorähnliche Durchbrüche (Gariveilon, Sanct Kilda). Diese Basaltdecken liegen fast horizontal, auf sehr verschiedenen älteren Formationen und meist mehrfach über einander, wie denn

Macculloch zwischen Talisker und der Bay Eynort zwölf und noch mehr nachgewiesen hat. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden und schwankend, zumal bei den untersten, welche die Unebenheiten des Untergebirges ausgefüllt und ausgeglichen haben, steigt aber bisweilen auf 200 und 300 Fuss. Ihre Breite ist bedeutend, und ihre Länge beträgt auf Mull mindestens 8 lieues, muss aber zum Theil doppelt und dreifach so gross sein, wenn man die kleinen Inseln als Ueberbleibsel derselben betrachtet. Sie bestehen wesentlich aus Basalt, Anamesit, Dolerit und Mandelstein, wobei die drei ersteren Gesteine oft sehr schön säulenförmig abgesondert sind; zwischen diesen krystallinischen Gesteinsdecken liegen schmale Schichten von rothen Tuffen, von Schlackenbreccien und basaltischen Conglomeraten, bisweilen auch kleine Lager von **Braunkohle** oder bituminösem Holze. *Boué, Essai geol. sur l'Ecosse, p.* 220—255. — Es ist also in der That ein geschichtetes Basaltgebirge, welches auf diesen Inseln vorliegt.

Ebenso verhält es sich im nördlichen **Irland**, wo an der Küste von Antrim die prachtvollen Colonnaden des Riesendammes die Aufmerksamkeit aller Reisenden auf sich ziehen. Die Trappdecken werden auch dort durch rothe Tuffschichten von einander abgesondert, und Griffith beschreibt ein 600 Fuss hohes Profil bei Glenarm, in welchem ein vielfacher Wechsel von Dolerit-, Basalt- und Mandelsteindecken zu beobachten ist, dem rothe Tuffschichten eingeschaltet sind; auch ein Lager von Braunkohle oder fossilem Holze erscheint mitten in diesem Systeme. Auch Edw. Hull hebt diese Schichtung der irischen Basaltformation als eine sehr auffallende Erscheinung hervor. So sieht man in der Horseshoe-Bay fünf Etagen über einander, deren jede 40 bis 50 Fuss mächtig ist; von dort nach Bengore-Head lassen sich bis sieben Etagen unterscheiden. Säulenförmig abgesonderte Basaltlager wechseln mit massigen und mit mandelsteinartigen Lagern; oft liegen mehre säulenförmige Lager über einander, von denen einige grosse, regelmässige und vertical stehende Säulen zeigen, während in anderen nur kleine, gebogene und regellos gruppirte Säulen vorkommen. Sehr in die Augen fallend sind auch die Zwischenlager von ziegelrothem Tuff; das ausgezeichnetste ist dasjenige, welches sich vom Causeway-Hôtel nach Bengore-Head erstreckt, 10 bis 40 Fuss mächtig ist, von Säulenbasalt bedeckt und von massigem Basalt unterteuft wird. Bedenkt man, dass die ganze Trappdecke bis 1300 Fuss mächtig ist und alle 40 bis 50 Fuss durch eine Tuffschicht unterbrochen wird, so erkennt man, wie lange die Periode der basaltischen Eruptionen gedauert haben muss. Eine bis 100 Fuss mächtige Ablagerung von sehr grobem Mandelstein-Conglomerat bildet die Basis der ganzen, zwischen Dunluce Castle und der Bay von Portrush unmittelbar der Kreide aufliegenden Formation. *Edinb. new phil. Journ. vol. V.* 1857, *p.* 53 f.

Ueber die Trappgebilde der **Färöer** hat Forchhammer interessante Nachrichten gegeben. Auch dort zeigt sich dieselbe deckenförmige Lagerung, daher die z. Th. 1000 bis 2000 Fuss hohen Inseln mit steilen, oft senkrechten Wänden in das Meer abstürzen. Dolerit ist bei weitem vorwaltend; seine an 100 Fuss mächtigen Etagen wechseln mit nur 1 bis 2 Fuss starken Schichten eines rothen, gelben, braunen oder grünen thonsteinähnlichen Gesteins; auf Suderöe werden zwei Doleritdecken durch ein schmales, aus Thon, Schieferthon, Wacke und zwei Pechkohlenlagern bestehendes Schichtensystem abgesondert, welches über eine Quadratmeile weit ausgedehnt ist. Auf ihrer Oberfläche erscheinen viele Doleritdecken schlackig, in tauähnliche Formen ausgezogen, überhaupt mit deutlichen Spuren ihres ursprünglich feuerflüssigen Zustandes. Dieses ganze, so deutlich geschichtete Trappgebirge der Färöer zeigt eine sehr sanfte und regelmässige Einsenkung seiner Schichten, welche auf den südlichsten, westlichsten und nördlichsten Puncten der Inselgruppe auffallend gegen den Mittelpunct derselben gerichtet ist. Karstens Archiv. II, 1830, S. 197 ff.

Aber alle diese Beispiele verschwinden gegen die erstaunlich grossartige Entwickelung der Basaltformation auf der Insel Island und in Vorderindien, wo ihre horizontale Verbreitung nach Tausenden von Quadratmeilen bemessen werden kann, und wo sie als eine höchst regelmässig geschichtete, aus vielen über einander liegenden effusiven Trappdecken und sedimentären Tuffschichten zusammengesetzte Formation erscheint. — In Island ist die Trappformation nach Krug v. Nidda und Sartorius v. Waltershausen mit wenig Unterbrechung über einen Raum von 1800 Quadratmeilen ausgebreitet; ihre mittlere Höhe beträgt 2500 bis 3000 Fuss, und an den Küsten ist sie in tief einschneidende Fjordthäler zerrissen, mit schroffen Gehängen, deren Zinnen von ewigem Schnee bedeckt und meist in Nebel gehüllt sind, während weiter abwärts das nackte Gestein bis in das brandende Meer abstürzt. Schon der erstgenannte Beobachter erklärte sie für eine, ursprünglich auf dem tiefen Meeresgrunde, daher unter einem bedeutenden Drucke entstandene, und erst später über den Meeresspiegel heraufgedrängte Bildung; mit welcher Ansicht Sartorius v. Waltershausen vollkommen übereinstimmt. Aber ungeachtet der bedeutenden Erhebung, welche dieses Trappgebirge betroffen hat, und als deren Resultat die Insel Island aus dem Meere aufstieg, ist dasselbe in seiner ganzen Ausdehnung sehr regelmässig geschichtet; ja, es möchte schwer sein, den gleichmässigen Parallelismus der Schichten in anderen Formationen so schön und grossartig wiederzufinden. So weit das Auge reicht, sieht man in den hohen Felsenmauern die Schichten horizontal fortlaufen; wie in einem kunstvollen Mauerwerk liegen oft über hundert horizontale Lager über einander. Da die oberen Schichten häufig über die unteren zurücktreten, so wechseln horizontale Terrassen mit verticalen Wänden ab, und das Ganze steigt treppenförmig aufwärts. Aber nicht nur an den Küsten und an den Gehängen der Fjordthäler, auch an unzähligen Bergen im Innern der Insel giebt sich dieselbe Architektur zu erkennen. Es ist ein grosses und mächtiges System von abwechselnden Trapp- und Tuffschichten*). Die meist aus Anamesit, Basalt oder Mandelstein bestehenden Trappschichten sind von 1/2 bis 5, 10, ja wohl 15 Meter und darüber mächtig; für die Tuffschichten existiren keine bestimmten Gränzen der Mächtigkeit, da oft ganze Gebirge lediglich aus ihnen bestehen. Eine säulenförmige Absonderung der Anamesit- und Basaltlager ist oft vorhanden, und entfaltet nicht selten die herrlichsten Colonnaden; am schönsten wohl bei Stapi, an der Südseite der nach Westen hinaus gestreckten Halbinsel, wo die Küsten und vorliegenden Inseln Gruppen von hohen, schlanken und scharfkantigen Säulen darstellen, welche der Wellenschlag zu den wunderbarsten Grotten ausgehöhlt hat. Zahlreiche Gänge von Trapp steigen senkrecht durch das Schichtensystem auf, und gehen gewöhnlich in einer oder der anderen Trappschicht zu Ende. Die Tuffschichten aber enthalten zuweilen marine Conchylien, oder werden von Lagen von Braunkohle oder bituminösem Holze (Surturbrand) begleitet; (vergl. oben S. 264 ff.).

In noch weit grösseren Verhältnissen treffen wir die deckenförmige Lagerung der Basaltformation in Vorderindien. Nach den Berichten von Voysey, Dangerfield, Sykes, Malcolmson und Clark ist sie in Deccan fast in ununterbrochener Ausdehnung über einen Raum von mehr als 12,000 geographischen Quadratmeilen abgelagert, als eine colossale Decke, welche viele Etagen unterscheiden lässt, die z. Th. terassenartig über einander aufsteigen, während das Ganze ein 3000 bis 4000 Fuss hohes Tafelland mit steil abstürzenden Rändern und tief einschneidenden Spaltenthälern bildet. Diese Basaltformation ist auch in einem grossen Maassstabe geschichtet; vom Meeresspiegel bis zu 4000 Fuss Höhe sieht man einen Wechsel

*) Alle diese Verhältnisse der isländischen Basaltformation werden von Zirkel, in seiner Reise nach Island, S. 298 ff. vollkommen bestätigt.

von fast horizontalen Basalt- und Mandelsteinlagern, welche, so weit das Auge reicht, einen vollkommenen Parallelismus ihres Verlaufes erkennen lassen. In Malwa konnte Dangerfield 14 dergleichen Lager unterscheiden, von denen das tiefste Basaltlager 200 Fuss mächtig ist. Da die Mandelsteine leichter zerstörbar sind, als die Basalte, so wechseln schroffe Abstürze mit sanften Abhängen ab, von denen jene nackter Fels, diese aber herrlich bewaldet sind. Rothe Tuffschichten von mehren Fuss Mächtigkeit trennen gewöhnlich die einzelnen Lager der krystallinischen Gesteine. Das ganze System zeigt eine sehr schwache Einsenkung nach Osten, und wird oft von verticalen Basaltgängen durchschnitten, ohne dabei irgend eine Störung seiner Schichtung zu erleiden. Malcolmson entdeckte bei Munoor, Hutnoor, Chiknee u. a. O. im Basalte zahlreiche grosse Sandsteinfragmente mit vielen Süsswasser-Conchylien und Gyrogoniten.

Im östlichen Theile des Caplandes in Südafrika ist nach Bain über der dortigen Sandsteinformation eine von Osten nach Westen an 600 engl. Meilen lange, und von Norden nach Süden 200 Meilen breite, mehr oder weniger unterbrochene Trappdecke ausgebreitet, welche ein 3000 bis 4000 Fuss hohes, in einzelnen Bergen, wie z. B. im Winterberge, bis 6000 Fuss ansteigendes Plateau bildet.

Dieselbe Ausbreitung der Basaltformation zu grossen Tafelländern ist auch durch M'Cormick auf Kerguelen-Island, durch Rochet in den Gebirgen von Gondar in Abyssinien, durch Ruxton in Nordmexico längs der Sierra Madre auf 200 Meilen Länge nachgewiesen worden, so dass wir durch diese bereits in so vielen Ländern erkannte Lagerungsform erst eine angemessene Vorstellung von der Bedeutsamkeit dieser Formation gewinnen, weshalb wir auch etwas länger bei diesen Decken verweilen zu müssen glaubten.

An diese Decken schliessen sich die Basaltlager und Basaltströme an, für welche letztere oft die Kratere nachgewiesen werden können, aus denen sie ausgeflossen sind, so dass sie sich nach allen ihren Verhältnissen den neueren Laven anschliessen, und dass die Basaltformation als eine mit ihren jüngsten Gliedern bis in die gegenwärtige Periode hineinreichende Bildung betrachtet werden muss, während ihre ältesten Glieder in die oligocäne Periode und zum Theil noch weiter zurückreichen: (Vicenza, Cap Passaro).

Die Basaltlager sind theils effusive, theils intrusive Bildungen, und im letzteren Falle eigentlich als Lagergänge, als seitliche Ausläufer oder als Apophysen wirklicher Basaltgänge oder Basaltstöcke zu betrachten. Ausgezeichnete Beispiele von effusiven Lagern liefern uns eigentlich schon alle die Etagen, aus denen die Basaltdecken aufgeschichtet zu sein pflegen; andere, noch auffallendere, weil durch mächtige sedimentäre Schichtensysteme getrennte Lager der Art finden sich nach Hoffmann im Val di Noto in Sicilien, wo mit dem dortigen tertiären Kalksteine Basalte und Palagonit-Tuffe auf das Regelmässigste abwechseln. — Dagegen liefern das von Hausmann beschriebene Basaltlager im Muschelkalk bei Dransfeld unweit Göttingen, das Basaltlager im Braunkohlensandsteine bei Qualen, zwischen Aussig und Lobositz, die z. Th. ramificirenden Trapplager von Trotternisch und von der Bay of Laig auf Skye eben so ausgezeichnete Beispiele von intrusiven Lagern.

Was die aus wirklichen Krateren ausgeflossenen Basaltströme betrifft, so besitzen wir in Deutschland ein ganz unzweifelhaftes Beispiel am Mosenberge in der Eifel, wo aus einem Schlackenkrater ein deutlicher Strom von porösem, olivinreichem Basalte hervortritt. Im südlichen Frankreich, zwischen Agde und Beziers

(Hérault) liegt auf dem Plateau Roque-Haute ein kleiner erloschener Vulcan, aus welchem sich zwei grosse Ströme von Basalt herabziehen. Andere und höchst überzeugende Beispiele finden sich im Vivarais; dort ist es namentlich der Basaltstrom von Montpezat, welcher aus einem Schlackenkegel hervorbricht und weit thalabwärts verfolgt werden kann. Der Basalt liegt auf dem Geröllgrunde eines alten Flussbettes, ist säulenförmig abgesondert, und ganz identisch mit den ausgezeichnetsten Varietäten desselben Gesteins von anderen Lagerstätten. In anderen Thälern des Vivarais und Velay kommen ganz ähnlich gelagerte langgestreckte Basaltmassen vor, welche man zwar nicht immer bis zu ihrem Ursprunge verfolgen kann, dennoch aber mit allem Rechte als die Ueberreste basaltischer Ströme zu betrachten hat. Selbst der Pöhlberg in Sachsen, dessen in mächtige verticale Säulen abgesonderter Basalt auf Thon-, Sand- und Geröllschichten ruht, lässt sich nur als der Ueberrest eines grossen Basaltstromes deuten, welcher wahrscheinlich von dem zwei Stunden weiter südlich gelegenen Bärensteine herabgeflossen ist.

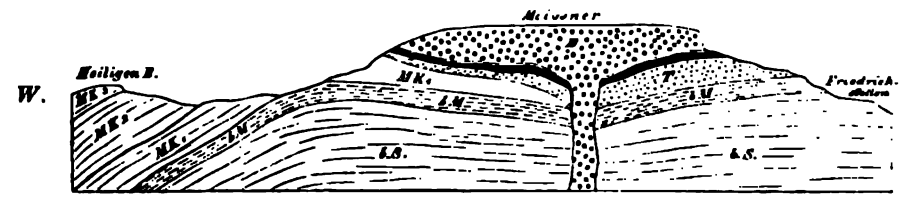
### §. 198. *Lagerungsformen, Fortsetzung. Kuppen, Stöcke, Gänge.*

Eine dritte Lagerungsform der basaltischen Gesteine ist die in einzelnen Kuppen und in Gangstöcken. Die meisten grösseren Basalt-Territorien werden an ihren Gränzen von Basaltkuppen, gleichsam wie von Trabanten umgeben, und ähnliche Kuppen ragen an unzähligen Puncten entweder als sehr weit hinausgeschobene Vorposten einer grösseren Basaltablagerung oder auch als ganz sporadische Erscheinungen, als einsiedlerische Zeugen localer basaltischer Durchbrüche auf. Denn, wenn auch viele solcher Basaltkuppen als Ueberbleibsel zerstörter Ströme und Decken zu deuten sind, so lässt doch ein grosser Theil derselben alle Merkmale von ursprünglichen Kuppen erkennen. Dass dergleichen Basaltkuppen nicht blos oberflächlich auf ihre Basis aufgesetzt sein können, sondern irgendwo und irgendwie in die Tiefe hinabgreifen müssen, diess folgt aus ihrer Bildungsweise, vermöge welcher sie als solche basaltische Massen zu betrachen sind, welche unmittelbar über einem Eruptionsschlunde oder über einer Eruptionsspalte aufgethürmt und ausgebreitet wurden. Hat die Spalte, bei bedeutender Weite, eine angemessene Länge, so erscheinen diese Massen als langgestreckte Basaltrücken; ist der Eruptionsschlund nur die locale Erweiterung einer übrigens geschlossenen Spalte, so zeigen die Kuppen eine mehr arrondirte, kegelförmige Gestalt. Diese Kuppen sind, wie Mayer sagt, mit Nagelköpfen zu vergleichen, deren Stift tief in den Schooss der Erde reicht. Bisweilen liegen mehre Basalt-Rücken oder Kuppen in einer geraden Linie hinter einander, was vermuthen lässt, dass sie längs einer und derselben Spalte hervorgetreten sind.

Dergleichen Basaltkuppen finden sich sehr zahlreich und bald gross, bald klein, bald rund, bald langgestreckt, in den Umgebungen des böhmischen Mittelgebirges, auch im östlichen Theile des Leitmeritzer, im nördlichen Theile des Bunzlauer Kreises, sowie in der Oberlausitz. Mehr vereinzelt erscheinen sie auf dem Rücken des Erzgebirges. Ueberhaupt aber gehören sie zu den so gewöhnlichen und bekannten Vorkommnissen des Basaltes, dass es unnöthig erscheint, besondere Beispiele aufzuführen. Ihre gewöhnliche Gestalt, sagte Cotta, ist im Allgemeinen so wunderbar gleichförmig, dass man sie oft schon aus grosser Entfernung erkennen kann. Es sind Kegel. Von dieser Normalform finden freilich mancherlei Abweichungen Statt;

die runde Basis dehnt sich in die Länge; die Spitze gestaltet sich zum Felsenkam oder Rücken; die Abhänge verflachen sich ungleich, oder erheben sich wiederh in unregelmässigen Stufen und Felsen. Allein die meisten Formen lassen sich a die Kegel- und Kuppelform zurückführen, welche beide bisweilen recht vo kommen ausgebildet sind. Cotta, in Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen e Heft IV, S. 61 f.

Für manche Kuppen ist ihre Fortsetzung in grosse Tiefe auch wirklich dargetl worden. Der durch seine wunderschöne Säulenbildung berühmte Basaltberg v Stolpen in Sachsen liegt auf einer Höhe des dortigen Granitlandes; der Basalt al ist im Schlossbrunnen 287 Fuss tief ununterbrochen verfolgt worden. Der Druide stein, eine Basaltkuppe in der Gegend von Siegen, welche zwar nur 70 Fuss üb dem Thonschiefer aufragt, ist durch bergmännische Arbeiten mit einem tricht förmigen Schlunde in die Tiefe fortsetzend erkannt worden. In ähnlicher We wurde dasselbe am Bühl, einer sehr interessanten Anamesitkuppe bei Weimar u weit Kassel, durch Steinbruchsarbeiten nachgewiesen. Ein sehr ausgezeichne Beispiel beschreibt Murchison aus dem Kohlenreviere von Cornbrook unweit Ludlo wo eine breite Basaltkuppe dem Steinkohlengebirge aufliegt, aber in der Tiefe i einem mächtigen Gange zusammenhängt, dessen Existenz durch den Kohlenbergb nachgewiesen wurde. *The Sil. System*, *p.* 125 f. Das über der Braunkohle a gelagerte Dolerit- und Basaltplateau des Meissner bei Gross-Almerode in Hess hängt nach unten mit einer fast cylindrischen Basaltmasse von 330 Fuss Durc messer zusammen, welche 500 Fuss unter der Oberfläche des Berges mit d Friedrichsstollen durchfahren wurde.




Profil des Meissner in der Richtung von West nach Ost.

*bS.* Buntsandstein. *MK.* Muschelkalk in drei Etagen. *T.* Braunkohlenformation.
*bM.* Buntmergel (Röth). *D.* Dolerit und Basalt.

Das vorstehende von Moesta*) entlehnte Profil zeigt die Verhältnisse des nach ob sich ausbreitenden Dolerites »wenigstens auf der Westseite geometrisch genau, »durch den Bergbau der Verlauf der Doleritdecke in ihrer Auflagerungsfläche »dem Kohlenflötze in ihrer ganzen Ausdehnung von der niedersetzenden basaltisch »Masse bis zum Ausgehenden am westlichen Bergabhange bekannt worden is Manche Kuppen sind mit einer Schlackenmütze bedeckt oder von einem Schlacke mantel umhüllt, während andere kraterähnliche Vertiefungen auf ihrem Gipfel z gen. Auch kennt man hier und da unterirdische oder typhonische Basaltkupp welche gar nicht zu Tage austreten, wie z. B. in dem vorerwähnten Kohlenrevi von Cornbrook, sowie eine kleine Doleritkuppe zwischen Honnef und Rhe breitenbach.

Die interessanteste, wenn auch unscheinbarste, weil am wenigsten si breit machende Lagerungsform ist endlich diejenige, welche uns in den Basal gängen entgegen tritt, in diesen Ausfüllungen der aus dem vulcanischen Heer

*) Aus dessen Promotionsschrift: Geologische Schilderung der Gegend zwischen d Meissner und dem Hirschberge; Marburg, 1867, S. 25 u. Tafel II.

heraufreichenden Spalten und Risse. Diese Gänge erscheinen in allen möglichen Dimensionen, von einigen hundert Fuss bis zu wenigen Zoll Mächtigkeit, haben gewöhnlich eine verticale oder doch steile Lage, stehen oft in unmittelbarem Zusammenhange mit anderen Lagerungsformen, treten aber auch nicht selten selbständig auf und finden sich bald vereinzelt, bald zahlreich beisammen.

Sie bestehen bald aus Basalt, bald aus Anamesit oder Dolerit, bisweilen auch aus Basaltmandelstein, zeigen oft in der Mitte und an ihren Salbändern eine auffallend verschiedene petrographische Beschaffenheit und durchschneiden die verschiedensten Formationen, namentlich auch ältere Gesteine der Basaltformation so wie deren Conglomerate und Tuffe. Nach oben endigen sie entweder, in Folge der Abtragung oder Denudation, an der Gebirgsoberfläche, oder sie verlieren sich in irgend anderen basaltischen Gebirgsgliedern, wie zumal häufig in Decken und Lagern, oder sie keilen sich auch aus, wobei sie bisweilen in mehre Trümer zerschlagen sind, die mitunter als ganz feine Adern zu Ende gehen. Wo ihrer viele in einer und derselben Gegend auftreten, da zeigen sie oft einen bestimmten Parallelismus ihres Verlaufes oder kreuzen sich auch unter fast rechten Winkeln. Bisweilen sind sie als Lagergänge ausgebildet, indem sie sich zwischen zwei Schichten des Nebengesteines eindrängen und daselbst mehr oder weniger weit fortlaufen. Nicht selten treten sie wie Mauern hervor, wenn ihr Nebengestein zerstört und abgetragen worden ist, während an den Meeresküsten zuweilen das Gegentheil vorkommt, indem die Basaltgänge von der Brandung mehr oder weniger tief ausgespült worden sind und daher mit spaltenförmigen Höhlen beginnen. Fragmente, theils vom Nebengesteine, theils von tiefer liegenden Massen abgesprengt und mehr oder weniger verändert, finden sich oftmals eingeschlossen; wie denn die Basaltgänge überhaupt nicht selten diejenigen Erscheinungen beobachten lassen, welche eine gewaltsame mechanische oder auch eine pyrokaustische Einwirkung auf die von ihnen durchbrochenen Gesteine beweisen.

Basalt- oder Trappgänge*) gehören zu den so häufig vorkommenden Erscheinungen, dass nur einige der erwähnten Verhältnisse einer Erläuterung durch Beispiele zu bedürfen scheinen.

Viele Basaltgänge auf kleinem Raume beisammen sieht man am linken Elbufer oberhalb Aussig, wo sie im Braunkohlensandsteine aufsetzen und mit der aufliegenden mächtigen Basaltdecke im Zusammenhange stehen. Eine ganz ähnliche Erscheinung wiederholt sich auf der Insel Skye bei Swisnish-Point, wie der im ersten Bande S. 904 stehende Holzschnitt zeigt. Auf derselben Insel setzen bei Strathaird ausserordentlich viele verticale Basaltgänge durch horizontale Sandsteinschichten: sie rücken einander so nahe, dass Macculloch an einer Stelle von 150 Fuss Breite nicht weniger als 7 Gänge von 60 bis 70 Fuss summarischer Mächtigkeit beobachtete. An der Küste von Corygills auf Arran lassen sich auf kleinem Raume an 30 Trappgänge zählen, und auch auf Island erscheinen sie oft, wie zumal am Berufjord, Eskifjord und am Esia, in grosser Anzahl beisammen.

---

* Es scheint in der That sehr vortheilhaft, das allgemeinere Wort Trapp als einen Collectivnamen für die mancherlei Gesteine der Basaltformation zu gebrauchen und demgemäss auch die Formation selbst als Trappformation aufzuführen.

Die Verschiedenheit der Gesteinsbeschaffenheit in den verschiedenen Theilen eines und desselben Ganges ist oft recht auffallend. Bei Loch Ranoch in Perthshire sah Macculloch einen Gang, in welchem sich gemeiner und porphyrartiger Basalt, Dolerit und Mandelstein zugleich finden. Besonders häufig aber kommt die Erscheinung vor, dass das Gestein der Salbänder und der Mitte eines Ganges sehr verschieden ist; namentlich werden die Salbänder oft von Wacke gebildet, während das Innere aus ächtem, oft säulenförmig oder kugelig abgesondertem Basalte besteht; ja bisweilen wird der Gang noch ausserdem an beiden Seiten von einem rothen oder braunen, bolusähnlichen Saume eingefasst. Al. Brongniart beschreibt einen Basaltgang aus dem Val Nera bei Vicenza, welcher in der Mitte aus porösem Mandelstein, zu beiden Seiten dagegen aus prismatisch abgesondertem Basalt besteht. Vorzüglich interessant sind die zuweilen an den Salbändern der Trappgänge vorkommenden Glaskrusten. Südwestlich von Palagonia sah Hoffmann in einem braunrothen Tuff mehre kleine Basaltgänge, die an ihren Salbändern von einer zollstarken Glaskruste eingefasst sind, welche ganz allmälig in den dichten Basalt verläuft. Auch auf den Hebriden zeigen manche der in den Schichten der Lias- oder Juraformation aufsetzenden Trappgänge zu beiden Seiten einen Saum von glasartiger Natur. Auf Island wurde diese Erscheinung schon von Mackenzie als eine an den dortigen Trappgängen sehr gewöhnliche erkannt, was denn auch durch die Beobachtungen von Krug von Nidda, Sartorius von Waltershausen und Zirkel vollkommen bestätigt worden ist.

Für den Zusammenhang der Trappgänge mit anderen Gebirgsgliedern liefert fast jede Basaltregion Beispiele. Freiesleben sprach es schon im Jahre 1800 aus, dass dergleichen Gänge fast immer in der Nähe von Basaltbergen vorkommen; und in der That verhalten sie sich oft zu den letzteren, wie die Wurzeln zu einem Stamme. Besonders häufig aber ist ihr Zusammenhang mit Decken und Lagern zu beobachten, wofür schon im Vorhergehenden einige Beispiele angeführt worden sind, namentlich aber die isländische Trappformation äusserst zahlreiche und überzeugende Belege liefert. Die meisten Trappgänge, welche die dortigen Trappschichten durchschneiden, gehen allemal zuletzt in irgend einer höheren Schicht zu Ende, mit welcher sie ein stetig zusammenhängendes Ganzes bilden. — Basaltgänge, welche sich nach oben auskeilen, sind mehrfach beobachtet worden: Kittel erwähnt im bunten Sandsteine zwischen Gross-Ostheim und Gross-Wallstadt einen Basaltgang, der unten 4 Fuss mächtig ist, in der Höhe aber sich auskeilt; und Sedgwick und Murchison beschreiben mehre Doleritgänge aus der Gegend von Sonthofen, welche nach oben keilförmig zu Ende gehen. Besonders interessant sind die von Hoffmann auf den Cyclopen-Inseln bei Trezza beobachteten Thatsachen, wo der analcimreiche Anamesit in die über ihm liegende Creta Gänge hinaufgetrieben hat, welche meist senkrecht aufsteigen, sich oft verzweigen, und bisweilen als papierdünne Basaltlamellen endigen. — Dergleichen Verzweigungen sind auch aus Schottland bekannt, wie z. B. auf der Insel Hamersa bei North-Uist, wo Macculloch im Gneisse einen bis 20 Fuss mächtigen Basaltgang sah, der sich ganz regellos, aber sehr fein in das Nebengestein ramificirt; kleinere Basaltgänge mit z. Th. haarfeinen Verästelungen finden sich auch auf North-Uist, Barra und anderen Inseln; Faujas beschrieb schon vor langer Zeit die merkwürdigen Erscheinungen von Villeneuve de Berg im Vivarais, wo sich ein Basaltgang zwischen Kalksteinschichten verzweigt und oft in haarfeine Adern ausläuft. Selten kommen kleine Basaltgänge vor, welche sich nach unten auskeilen, weil sie durch eine von oben herein erfolgte Ausfüllung offener Spalten gebildet worden sind; (Cascade bei Mont-Dore).

Dass in solchen Gegenden, wo viele Trappgänge vorkommen, oft ein Parallelismus ihres Verlaufes, also ungefähr dieselbe Streichrichtung für alle

statt findet, diess hat schon Boué auf Arran und Skye beobachtet, S. v. Waltershausen aber noch genauer nachgewiesen, indem er zeigte, dass auf Arran eigentlich zwei Systeme von Gängen existiren, welche einestheils eine nordwestliche, anderntheils eine nordöstliche Richtung haben, sich auch nicht selten kreuzen, ohne sich jedoch zu durchsetzen; vielmehr ist es in solchem Falle eine und dieselbe Gesteinsmasse, welche von dem Kreuzungspuncte nach allen vier Weltgegenden ausläuft, so dass man an der gleichzeitigen Bildung aller vier Arme eines solchen Gangkreuzes nicht zweifeln kann. Derselbe ausgezeichnete Geolog erkannte auch, dass die zahlreichen Trappgänge der Insel Island grösstentheils ein nordnordöstliches Streichen besitzen, während an den Küsten von Antrim die nordwestliche Richtung vorzuwalten scheint.

Was endlich das mauerartige Aufragen mancher Basaltgänge betrifft, so mögen ein paar Beispiele genügen. Die Teufelsmauer, bei Böhmisch-Aicha im Bunzlauer Kreise, liefert einen sehr ausgezeichneten Fall; sie wird von dem Ausgehenden eines 2 Lachter mächtigen, aber mehr als 2 Stunden weit in nordnordöstlicher Richtung geradlinig fortlaufenden Basaltganges gebildet, welcher über den ihn einschliessenden Sandstein zwei, drei und stellenweise noch mehre Lachter heraustritt. In Island sind die Trappgänge oft wie Mauern stehen geblieben, während die sie einschliessenden Tuffschichten zerstört wurden, was mitunter sehr auffallende Erscheinungen veranlasst; bei Diupavogr, sagt Krug v. Nidda, glaubt man sich mitten in die Ruinen einer Stadt versetzt, so zahllose Gangmauern durchkreuzen sich; sie ragen oft gegen 100 Fuss hoch auf, sind meist nur 3 bis 4 Fuss stark, und laufen theils parallel, theils kreuzen sie sich, so dass sie lange Gassen oder grosse Gemächer zwischen sich bilden. Aehnliches erwähnt Sartorius v. Waltershausen vom Dromedoon-Point auf der Insel Arran, wo die zahlreichen Trappgänge meist in oder etwas unter dem Meeresspiegel liegen, so dass sie nur zur Ebbezeit deutlich hervortreten; dann wird die Wasserfläche durch die senkrecht aufsteigenden Mauern gleichsam in Schachfelder getheilt, deren mit Wasser erfüllte Räume riesigen Fischkasten ähnlich sehen*).

Für das Gegentheil eines mauerartigen Aufragens der Basaltgänge, nämlich für die theilweise Fortführung ihres Materials aus den von ihnen erfüllten Gangspalten, welche an den steilen Meeresküsten der Hebriden bisweilen vorkommt, erwähnt Clark interessante Beispiele aus dem Binnenlande in Vorder-Indien, östlich von Bombay. Dort setzen an der Westseite der Ghauts meist im Mandelsteine zahlreiche Basaltgänge auf, welche 1 bis 150 Fuss mächtig, oft viele Meilen lang, und mehr oder weniger deutlich prismatisch, zugleich aber auch plattenförmig abgesondert sind. Sie haben einen senkrechten und geradlinigen Verlauf, und da das unmittelbar zu beiden Seiten anstehende Nebengestein minder zerstörbar ist, so bilden sie oft die Axe von langen schmalen Felsenkämmen; da sie aber wegen ihrer vielfachen Zerklüftung leichter zerstörbar sind, so sind sie in diesen Kämmen oft ziemlich tief abgetragen. Auf diese Weise sind auch die schroffsten und engsten Pässe über die Ghauts entstanden, welche 10 bis 20 Fuss weite, bis 300 und 400 Fuss tiefe, senkrechte Spalten darstellen, in deren Grunde der noch vorhandene Basalt, mit seinen horizontal liegenden Säulen die Stufen liefert, auf denen man diese Pässe ersteigt. *Quart. Journ. of the geol. soc.*, *vol.* 25, 1869, *p.* 164 f.

---

* Gute Bemerkungen über die Basaltgänge gab Dressel in seiner mehrfach citirten Preisschrift, S. 93 ff., sowie früher v. Leonhard, in dem Werke: Die Basaltgebilde, B. I, S. 421—469.

## §. 199. *Gesteinsformen und Structuren der Basaltformation.*

Die Dolerite, die Anamesite und die Basalte zeigen sehr häufig eine n ausgezeichnete prismatische oder säulenförmige Absonderung: ja ı kann wohl sagen, dass diese Gesteinsformen bei keiner Formation in glei Häufigkeit und Schönheit angetroffen werden, als bei den genannten Gestei der Trappformation. Die Säulen finden sich in allen möglichen Dimensio zolldick bis zu vielen Fuss stark, dabei von einigen wenigen bis zu meh hundert Fuss Länge, gewöhnlich gerade gestreckt, bisweilen auffallend krümmt, bald ungegliedert, bald gegliedert, welche letztere Erschein wiederum auf sehr verschiedene Weise vorkommt; (I, 482). Nicht selten ( falten die Säulen bei der Verwitterung des Gesteins eine Absonderung in c centrisch-schalige Sphäroide, so dass sich jede Säule in eine Reihe von Ku auflöst. Bisweilen sind die Zwischenräume oder Trennungsklüfte der Säı mit Zeolith oder mit einer anderen Substanz ausgefüllt.

Die Stellung und Gruppirung der Säulen ist sehr verschieden r Maassgabe der verschiedenen Lagerungsformen, in welchen die Gesteine ; treten; doch macht sich im Allgemeinen immer das Gesetz geltend, dass Axen der Säulen auf denjenigen Flächen normal stehen, von welchen die . kühlung der Gesteinsmassen ausgegangen ist. Da diess nun hauptsächlich Contact- und Begränzungsflächen gegen die unterliegenden oder nebenliegen Gesteine sind, so wird auch die Stellung der Prismen in den verschiedenen birgsgliedern eine sehr abweichende sein.

In den Decken, effusiven Lagern und Strömen pflegt daher, w sich solche noch in ihrer ursprünglichen Lage befinden, eine verticale Stel der Säulen zu walten, welche sich oft meilenweit mit grosser Regelmässigkeit folgen lässt; dieselbe Stellung kommt auch bei intrusiven Lagern vor, so sie horizontal liegen. Ueberhaupt aber dürfte eine durchgreifend verticale Säu stellung immer auf eine fast horizontale Auflagerung des betreffenden Gebirgsgli schliessen lassen. Wenn also eine Basaltkuppe durchaus senkrechte Säulen z so kann man wohl in der Regel folgern, dass sie der rückständig gebliebene 1 einer Decke oder eines Stromes und mithin keine ursprüngliche Kuppe sei. dessen zeigen sowohl Decken wie Ströme bisweilen auch eine unregelmäss Säulenstellung, indem die Säulen zu einzelnen bündelförmigen oder büsche migen Gruppen verbunden sind, welche in sehr verschiedener Lage und ohne erkennbare Regel in einander gefügt erscheinen. Nicht selten ist die untere H eines Stromes in regelmässige verticale Prismen getheilt, während die obere H eine ganz unregelmässige säulenförmige Absonderung zeigt.

In den Kuppen, sofern sie nämlich ursprüngliche Kuppen sind, koı nicht selten eine kegelförmige Anordnung der Säulen vor, indem solche um Axe des Berges symmetrisch und dergestalt geneigt sind, dass sie alle n oben convergiren; diese Stellung berechtigt wohl zu der Vermuthung, die Kuppe mit ihrem unteren Theile in eine flach trichterförmige oder kesselförı Vertiefung hinabreicht, welche als die obere Erweiterung des Eruptions-Schlu zu betrachten sein dürfte. Seltener findet eine büschelförmige, oder eine unten nach oben divergirende Anordnung der Säulen Statt; auch kom bisweilen kugelförmige oder radial nach allen Richtungen (St. Sandoux in

Auvergne), federförmige oder von einer Fläche nach zwei Seiten divergirende, und endlich oftmals ganz regellose Gruppirungen der Säulen vor.

In den Gängen stehen die Säulen rechtwinkelig auf den Salbändern, was, namentlich bei minder mächtigen Gängen, oft mit grosser Regelmässigkeit quer durch den ganzen Gangkörper zu beobachten ist; dabei lässt sich zuweilen in der Mitte des Ganges eine Kluft oder Demarcationsfläche erkennen, in welcher die von beiden Seiten her gebildeten Säulen zusammen treffen. Stehen die Gänge vertical, so erscheinen sie geklaftert, wie es Sartorius v. Waltershausen nennt, d. h. wie eine aus Scheiten regelmässig aufgeschichtete Klafter Holz. In den mächtigeren Gängen und in den Gangstöcken findet zwar meist noch an den Salbändern die normale Stellung der Säulen Statt, während weiter einwärts ganz andere Stellungen und Gruppirungen derselben vorzukommen pflegen, wobei sich jedoch nicht selten noch eine mediane Demarcationsfläche zwischen beiden Ganghälften zu erkennen giebt.

Als einige besonders schöne Beispiele von säulenförmiger Absonderung mögen folgende erwähnt werden. Der Basaltberg von Stolpen, und die durch Leichel in schönen Abbildungen dargestellten Berge von Steinschönau und Wittgendorf bei Zittau in Sachsen; (die Basalte und säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend, 1852). Der Scheidsberg bei Remagen und der Minderberg (oder Mendeberg) bei Linz in Rheinpreussen, der Bildstein bei Lauterbach im Vogelsgebirge, der Diberschaarberg bei Leiden im Schlesisch-mährischen Gebirge, der aus einem olivinreichen normalen Basalte bestehende Detunatagoala bei Abrudbanya in Siebenbürgen, der Berg von Chenavari in der Kette der Coyrons und viele Basaltströme des Vivarais, die berühmten Colonnaden der Insel Staffa, des Riesendammes in Antrim, und auf Gariveilan, wo die Säulen nach Macculloch bis 1000 Fuss Länge erreichen sollen.

Die Abhängigkeit der Säulenstellung von der Lage der Abkühlungsflächen giebt sich in manchen Fällen auf eine recht augenscheinliche Weise zu erkennen. Der Basaltstrom von Entraigues im Vivarais lehnt sich an einer Stelle des Thales gegen eine sehr steile Gneisswand, welche unten allmälig abfallend, an ein altes Strombett angränzt; nach Lyell und Murchison sieht man deutlich, wie die, oben fast horizontalen Basaltsäulen allmälig eine immer mehr geneigte Lage annehmen, bis sie endlich auf der Thalsohle senkrecht stehen. Cotta beschreibt eine kleine Basaltpartie von Dittersbach in Böhmen, welche fast halbkugelig gegen den Sandstein begränzt, unmittelbar an der Gränze krummschalig, im Innern aber dergestalt radial säulenförmig abgesondert ist, dass die Säulen wie die Speichen eines Rades gegen die Gränze gerichtet sind. Sartorius v. Waltershausen berichtet, dass die verticalen Trappgänge Islands, da wo sie in ein horizontales Trapplager übergehen, es deutlich erkennen lassen, wie an der Umbiegungsstelle die horizontale Lage der Gangprismen allmälig in die verticale Stellung der Lagerprismen übergeht. Aehnliche Erscheinungen sind in vielen anderen Basaltregionen nachgewiesen worden *).

Die plattenförmige Absonderung ist nicht gerade häufig sehr ausgezeichnet zu beobachten und scheint besonders bei gewissen sehr dichten Basalten vorzukommen, welche dadurch einige Aehnlichkeit mit dunkelfarbigen Phonolithen erhalten. Indessen sind auch viele säulenförmige Basalte mit einer, die Säulen durchschneidenden plattenförmigen Structur versehen, welche jedoch,

* Beachtenswerthe Bemerkungen über die Verhältnisse und Ursachen der prismatischen Absonderung gab Dressel in seiner Preisschrift, S. 66 bis 88, und Hornstein, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges., B. 19, 1867, S. 356 f.

ebenso wie die zuweilen vorkommende krummschalige Structur, nicht so d
und regelmässig ausgebildet zu sein pflegt, als die selbständige und ebenfläc
plattenförmige Absonderung. Die Lage der Platten richtet sich meist nach
Lagerungsform des betreffenden Gebirgsgliedes.

Wenn Basaltgänge plattenförmig abgesondert sind, so liegen die Platten
Salbändern parallel. In den Kuppen kommt wohl bisweilen eine kegelförn
Anordnung der Platten in ähnlicher Weise vor, wie solches S. 331 bei den Pho
lithen erläutert worden ist; Burat a. a. O. S. 201. Besonders interessant ist
gebogen-plattenförmige oder krummschalige Structur, bei welcher die Pla
gewöhnlich zu grossen, concentrisch-schaligen Sphäroiden verbunden sind. So
Sphäroide von 15 Fuss im Durchmesser beschrieb Faujas von Pradelles im Viva
wo sie einen isolirten Basaltberg zusammensetzen. In einem weit grösseren Ma
stabe lehrte uns Nöggerath dieselbe Erscheinung am Rückertsberge bei Oberca
unweit Bonn kennen, wo die Axe des in der plattenförmigen Absonderung her
tretenden Ellipsoides mehre hundert Fuss im Durchmesser erreicht; die Pla
sind 3 bis 18 Zoll dick, und die ganze Erscheinung ist, wie gewöhnlich, zugl
mit einer säulenförmigen Absonderung verbunden, deren Prismen normal auf
Platten stehen und folglich radial geordnet sind. Etwas Aehnliches erwähnt Pöt
von Schönberg in der Oberlausitz, in seinem Buche über das Vorkommen des
nites, S. 122.

Eine sehr gewöhnliche und fast in allen Gesteinen der Basaltformation
kommende Erscheinung ist die kugelige Absonderung, welche jeden
in einer latenten sphäroidischen Structur begründet ist und daher erst d
die Verwitterung recht sichtbar gemacht wird. Die Kugeln zeigen eine c
centrisch-schalige Exfoliation, enthalten im Innern einen festen Kern,
haben einige Zoll bis zu ein paar Fuss im Durchmesser. Gewöhnlich ersche
kleinere und grössere, verschiedentlich gestaltete Sphäroide durch einan
ohne irgend eine Regel der Anordnung erkennen zu lassen. Wenn sich aber
kugelige Absonderung aus der säulenförmigen entfaltet hat, dann pfle
die Kugeln nicht nur von gleicher Gestalt und Grösse, sondern auch
den Axen der Säulen reihenförmig geordnet zu sein, indem sich jede
zelne Säule zu einer Reihe von Kugeln aufgelöst hat. Wenn die Verwitter
und Zersetzung des Gesteins sehr weit fortgeschritten ist, so sieht man nur
zerrüttete bröckliche Grundmasse, in welcher viele festere Kugeln regellos
streut sind.

Bei der Häufigkeit der kugeligen Absonderung bedarf es keiner Hinweisung
besondere Beispiele: Reuss bemerkt, dass sie vorzüglich an den olivin- und a
reichen Basalten vorkommt. Die von Hoffmann an mehren Puncten des Val di
in Sicilien beobachteten Basaltkugeln mit zolldicken Glaskrusten dürften
Sartorius v. Waltershausen als Bomben zu betrachten sein; I. 140.

Endlich kommen auch häufig ganz unregelmässige Absonderun
vor, welche theils als knollige, theils als polyedrische Absonderung
scheinen, je nachdem die einzelnen Gesteinskörper rundlich oder ebenflä
begränzt sind. Die rundknollige Absonderung ist der kugeligen sehr nahe
wandt, während die polyedrische Absonderung nicht selten Uebergänge in
prismatische Absonderung erkennen lässt.

## Drittes Kapitel.

## Lavaformation*).

### §. 500. *Allgemeine Bemerkungen.*

Die Lavaformation oder die neovulcanische**) Formation schliesst sich so unmittelbar an die beiden vorher betrachteten Formationen an, dass sie gewissermaassen nur als eine bis in die Gegenwart hereinreichende Fortsetzung derselben zu betrachten ist. Sie begreift alle diejenigen aus Gesteinen der Trachyt- und Basaltfamilie bestehenden Bildungen, welche lediglich unter Mitwirkung von eigentlichen Vulcanen entstanden sind: also die Vulcane selbst, die von ihnen gelieferten Lavaströme und Lavagänge und die mancherlei aus losen Auswürflingen, sowie aus dem Schutte vulcanischer Gesteine bestehenden Ablagerungen. Eine scharfe Trennung von der Trachyt- und Basaltformation lässt sich weder zeitlich noch räumlich, weder petrographisch noch geognostisch durchführen; denn alle Verhältnisse verweisen uns auf eine ganz allmälige Herausbildung der neovulcanischen Formation aus den älteren vulcanischen For-

---

*) Seit der Bearbeitung des ersten Bandes dieser zweiten Auflage sind so viele und so ausserordentlich wichtige Schriften über Vulcane erschienen, dass gegenwärtiges Kapitel über die Lavaformation einer wesentlichen Umgestaltung bedurfte. Als einige besonders hervorragende Arbeiten nennen wir die folgenden:

Lyell, *On the structure of lavas, which have consolidated on steep slopes*, in den *Phil. Trans. for* 1858, *Part. II, p.* 708 ff.; von dieser Abhandlung hat Roth eine mit Zusätzen und Änderungen des Verf. versehene Uebersetzung in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, 1859, S. 149 ff. geliefert.

Poulett Scrope, *On the mode of formation of volcanic cones*, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 505 ff.; welche vortreffliche Abhandlung in einer vom Verf. selbst bereicherten französischen Uebersetzung durch Endymion Pieraggi zu Paris 1860 erschienen ist.

W. Reiss, Die Diabas- und Laven-Formation der Insel Palma, Wiesbaden, 1861.

Ferner die vier herrlichen Werke von Georg Hartung:

1. Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuertaventura, in den Neuen Denkschriften der allg. schweiz. Gesellschaft für die ges. Naturwissenschaften, B. XV, 1857;
2. Die Azoren in ihrer äusseren Erscheinung und nach ihrer geognostischen Natur geschildert, Leipzig, 1860;
3. Betrachtungen über die Erhebungskratere u. s. w., Leipzig, 1862;
4. Geologische Beschreibung der Inseln Madeira und Porto Santo, Leipzig, 1864

F. v. Hochstetter, die Geologie von Neu-Seeland, Wien, 1. Band, 1864, 2 Band, 1866.

K. v. Fritsch und W. Reiss, Geologische Beschreibung der Insel Tenerife, Winterthur, 1868.

W. Reiss und A. Stübel, Geschichte und Beschreibung der vulcanischen Ausbrüche bei Santorin, Heidelberg, 1868.

Als ein allgemeines Lehrbuch ist noch zu erwähnen:

C. Fuchs, Die vulcanischen Erscheinungen der Erde, Leipzig und Heidelberg, 1865.

**) Das Bedürfniss nach einer Unterscheidung dieser neueren vulcanischen Formation von den so ähnlichen älteren Bildungen mag den Gebrauch dieser *vox hybrida* entschuldigen.

mationen, und gar häufig haben sich Vulcane inmitten des Gebietes von trachytischen oder basaltischen Territorien entwickelt.

Schon im ersten Bande S. 644 f. wurde bemerkt, dass es lauter Gesteine der Trachyt- und Basaltfamilie sind, welche in der Form von Lavaströmen, Lavaschichten und Lava-Auswürflingen auftreten, und dass wir unter den Laven keinem Gesteine begegnen, welches nicht in einer jener beiden Familien seine Stelle gefunden hätte oder doch finden könnte. Petrographisch finden wir daher in der Lavaformation gar nichts Neues; und die eigentlichen Laven sowohl als auch die losen Auswürflinge jeder Art stimmen nach ihrer mineralischen und chemischen Zusammensetzung mit gewissen Gesteinen der älteren vulcanischen Formationen überein.

Damit erklären sich auch K. v. Fritsch und W. Reiss vollkommen einverstanden in ihrem schönen Werke über Tenerife, wenn sie sagen: »Wir können den vielfach noch festgehaltenen Unterschied zwischen Laven einerseits und Trachyten, Basalten u. s. w. anderseits durchaus nicht anerkennen, sondern glauben uns berechtigt, die neuesten Ergussmassen denselben Gesteinsarten unterzuordnen, welche für die älteren aufgestellt worden sind«; und weiterhin nach einer Prüfung der gewöhnlich angeführten Unterscheidungsmerkmale: »es besteht kein wesentlicher, durchgreifender und allgemeiner Unterschied zwischen den Laven und den Basalten, Trachyten, Phonolithen, weder in geognostischer noch in petrographischer Beziehung, und würden wir, bei strenger Trennung der Gesteine nach den angeblichen Unterscheidungsmerkmalen, gar oft Theile eines und desselben Gesteinsmassivs hier als Laven, dort als Basalte zu bezeichnen haben«*).

Diess bestätigen die trefflichen mikroskopischen Untersuchungen Zirkel's; das Mikroskop, so schrieb er mir am 20. Juni 1869, erweist die innigste Uebereinstimmung zwischen gewöhnlichen Basalten und geflossenen Basaltlaven: sämmtliche Combinationen der Gemengtheile und sämmtliche Ausbildungsweisen der Mikrostructur bei den ersteren finden sich getreu wieder bei den letzteren. Ebenso gelangte v. Lasaulx durch seine Untersuchung der Laven des Gravenoire bei Clermont zu dem Resultate, dass die petrographische Unterscheidung zwischen Laven und Basalten völlig unbegründet ist, womit denn ein Haupteinwurf wegfalle, welcher gegen die eruptive Entstehung der Basalte von der modernen Umsturzpartei in der Geologie geltend gemacht wird**).

Dasselbe gilt aber auch von der Basaltformation und Lavaformation überhaupt, wenn wir sie nach ihren geotektonischen Verhältnissen und Lagerungsformen betrachten. Beide Formationen, sagt Hartung, werden sich zwar oftmals im Grossen und Ganzen deutlich unterscheiden lassen, aber sie können, der Natur jener Verhältnisse entsprechend, unmöglich scharf von

---

*) Geologische Beschreibung der Insel Tenerife, 1868, S. 327 und 332. Vergl. auch die ähnlichen Bemerkungen von Nies, in seiner geognostischen Skizze des Kaiserstuhlgebirges, 1862, S. 40 f.

**) Poggend. Annalen, B. 136, S. 512.

ander **gesondert** werden. Die verschiedenen Erscheinungen in formeller und geotektonischer Hinsicht gehören der älteren und der neueren Formation nicht specifisch-eigenthümlich an; nur das **Verhältniss**, in welchem sie auftreten, bedingt den Gesammteindruck, welcher bald mehr bald weniger deutlich zu der Altersbestimmung übereinstimmt. Ein solcher Gesichtspunct schliesst aber eine **scharfe** Sonderung der **älteren** vulcanischen und der **späteren** Lavaformation vollkommen aus, und erheischt dagegen die Annahme von allmäligen, kaum merklichen Uebergängen *).

In ähnlichem Sinne sprach sich Dressel aus. Die (älteren) **Basalte**, sagt er, sind **Laven**, wenn wir nur auf ihre mineralische und chemische Constitution, auf ihre Abkunft, auf die Ursachen und den Vorgang ihrer Eruption sehen. Aber **keine** Laven sind sie, wenn wir die besonderen Umstände in das Auge fassen, unter denen sie ihre Gebirgs- nnd Lagerungsformen annahmen, und diess ist der Grund, weshalb man zwischen Basalten und Laven eine Trennungslinie ziehen **kann**. Die meisten (älteren) Basalte entstanden nämlich unter Umständen, welche weder eine wahre Kraterbildung, noch ein Fliessen in Strömen gestatteten. »Sobald man diesen **formalen** Unterschied nicht mehr festhält, besteht überhaupt **kein** Unterschied zwischen Basalt und (basaltischer) Lava.« Und in der That ist diess oftmals der Fall, weil die meisten neueren Basalte aus Vulcanen hervorgetreten und in Strömen geflossen sind. Wenn man also, wie Dressel sagt, vom geognostischen Standpuncte aus zwischen Basalten und Laven eine Trennungslinie ziehen **muss**, so kann diess wenigstens keine **scharfe** Trennung sein, weil die basaltischen (eben so, wie in ihrer Art die trachytischen) Gesteine in vielen Fällen mit allen Symptomen und Eigenschaften der Laven zur Ausbildung gelangt sind.

In dem letzten Decennio sind viele **Analysen** von Laven sehr verschiedener Vulcane geliefert worden, welche das Gesagte vollkommen bestätigen. Vorzüglich interessant sind diejenigen, welche C. Fuchs mit den vulcanischen Eruptionsproducten des Vesuv vom 11. Jahrhundert bis in die Gegenwart angestellt hat, weil sich aus ihnen ergiebt,

1. dass als die **wesentlichsten** Bestandtheile aller dieser vesuvischen Laven Leucit, Augit und Magneteisenerz zu betrachten sind, zu welchen sich als mehr **untergeordnete** Bestandtheile Olivin, Glimmer, Hornblende, Melanit, Nephelin, Sodalith, Feldspäthe, Apatit und Hauyn gesellen;
2. dass diese Laven zwar eine sehr verschiedene und complicirte **mineralische** Zusammensetzung haben, dennoch aber in ihrer **chemischen** Zusammensetzung fast durchaus übereinstimmen, und
3. dass in den meisten Vesuvlaven **ausser** den krystallinischen Bestandtheilen auch noch amorphe **Glasmasse** enthalten ist**).

Der zweite Umstand lässt vermuthen, dass es immer ein und dasselbe Magma gewesen ist, welches seit dem 11. Jahrhundert bis auf den heutigen Tag im Vesuve zur Eruption gelangte.

---

*) Hartung, Betrachtungen über Erhebungskratere, u. s. w., 1862, S. 72 und 79.

**) Die wichtigen Arbeiten von Fuchs über die Laven des Vesuv finden sich im Neuen Jahrbuch für Mineralogie, 1866, S. 667 f., 1868, S. 553 f. und 1869, S. 42 f. und S. 169 f.

Die neovulcanische Formation führt uns eine, aus der jüngsten Tertiäre
durch die quartäre Periode bis in die Jetztzeit in mehr oder weniger unter
brochener Entwickelung fortschreitende Reihe von Bildungen vor, welche all
den gemeinsamen Charakter besitzen, dass sie die Producte **solcher** Opera
tionen sind, durch welche die Natur auf die Herstellung einer Communicatio
zwischen dem Innern und der Oberfläche unseres Planeten hinarbeitete. I
diesen Bildungen giebt sich uns, wie Abich sagt, der Vulcanismus als die meh
oder weniger permanent gewordene Thätigkeit einer ganz eigenthümlichen
durch Mitwirkung des Wassers bedingten Modification der plutonischen Kräft
zu erkennen. Oft erschlaffte oder erlosch diese Thätigkeit unmittelbar nach
ihren ersten Angriffen, und dann entstanden nur einfache Eruptionskegel
kleine, bald nach ihrer Geburt erloschene Vulcane; oft aber erfolgten imme
neue Angriffe durch die einmal eröffneten Canäle, und dann bildeten sich im
Laufe der Zeiten jene vollständig entwickelten Vulcane und vulcanischen Ge
birge aus, welche sich nicht nur durch die Grösse ihrer Dimensionen, sonde
auch durch ihre oft seit Jahrtausenden dauernde, wenn auch nicht gerade ge
steigerte Wirksamkeit von den kleineren, unentwickelt gebliebenen Vulcan
unterscheiden.

Die allmälig immer stärker gewordene Erdkruste erlangte endlich eine sol
Festigkeit und Widerstandsfähigkeit, dass so bedeutende Hebungen, wie sie
früheren Perioden oftmals eingetreten sein müssen, vielleicht kaum noch mögl
sind. Desungeachtet aber findet, in Folge des an ihrer Innenseite langsam fo
gehenden Erstarrungsprocesses, eine allmälige (säculare) Capacitäts-Verminderu
Statt, durch welche endlich eine gewaltige Reaction des Erdinnern, ein unwid
stehlicher Druck nach aussen hin verursacht werden müsste, wenn nicht
transitorischen oder permanenten Eruptionscanäle der Vulcane vorhanden wären.
diesen Canälen wird nämlich das überflüssige Material des Erdinnern anfangs ru
aufwärts gepresst, bis es endlich diejenigen Regionen der Erdkruste erreicht,
zu welchen die Wasser hinabzudringen vermögen; was bei verschiedenen Vulca
in verschiedener Tiefe und in verschiedenem Maasse, bei den Küsten- und Ins
vulcanen aber wohl in der grössten Tiefe und im reichlichsten Maasse der Fall se
wird. Durch den Conflict mit dem Wasser wird erst die eigentliche eruptive Thät
keit angefacht, kraft welcher die Lavasäule gehoben, zu losen Auswürflingen ze
stiebt und endlich als Lavastrom hervorgepresst wird. So sind denn die Vulca
diese theils transitorischen, theils permanenten Durchbohrungen der Erdkrus
gewissermaassen mit Fontanellen zu vergleichen, durch welche die *materia pecca*
ausgeführt und in ihren Wirkungen weit unschädlicher gemacht wird, als wenn di
Erdkruste ringsum völlig geschlossen wäre; sie sind, wie v. Humboldt sagte, di
**Sicherheitsventile**, durch welche gegenwärtig der Erdkruste und Erdober
fläche eine Stabilität gewährleistet wird, deren sie sich in früheren geologischen
Perioden nicht zu erfreuen hatten. Von diesem Gesichtspuncte aus erscheinen die
Vulcane als eine höchst zweckmässige und wohlthätige Einrichtung der Natur.

## §. 501. *Einfache und zusammengesetzte Vulcane.*

Wenn wir unter einem Vulcane einen jeden Berg oder Gebirgskörper ver
stehen, welcher aus einem auf seiner Oberfläche ausmündenden Canale oder
Canalsysteme theils durch explosive, theils durch effusive Thätigkeit mancherlei

gen, flüssigen und festen, insbesondere feuerflüssigen oder geschmolzenen terialien zum Ausgange dient, oder ehemals gedient hat, und wesentlich ch die Anhäufung der letzteren beiden Materialien gebildet wurde*), so ist mit noch gar nichts über die Dimensionen und über die Architektur ser merkwürdigen Berge ausgesagt. In beiderlei Hinsicht lassen die Vulcane hr auffallende Verschiedenheiten erkennen, welche sich im Allgemeinen auf n Unterschied der einfachen und der zusammengesetzten Vulcane, er auf den der Einzelvulcane (Vulcan-Individuen) und der vulcanischen Gebirge (Vulcan-Aggregate) zurückführen lassen.

Hartung hat in seiner trefflichen Schrift über Erhebungskratere, S. 56 f., auf gewisse Verhältnisse hingewiesen, welche bei der Bestimmung des Begriffes Vulcan zu berücksichtigen sind. Besonders hebt er die Bemerkung hervor, dass durch Anhäufung kleinerer Vulcane und durch wiederholte Ausbrüche vulcanische Berge entstehen, die bei allen sonstigen Eigenschaften der Vulcane keinen Hauptkrater haben. »Denn neben jenen eigentlichen grösseren Vulcanen, welche mit einem Krater über einem schlotartigen Canale versehen gewissermaassen als die Essenköpfe für die darin enthaltenen Essen zu betrachten sind, bilden auf den atlantischen Inseln die verschieden gestalteten vulcanischen Gebirgstheile eine bei weitem mehr hervorragende Erscheinung.« Diese Inseln bilden meist langgestreckte Gebirgsmassen ohne einen eigentlichen Hauptkrater, und nur Tenerife mit seinem kühn emporsteigenden Pic gewährt das charakteristische Bild eines grossen Vulcans; aber auch dieser ragt nicht für sich allein auf, sondern steht in Verbindung mit einem vulcanischen Gebirgsrücken, welcher von NO. nach SW. fast 9 teutsche Meilen gestreckt ist. Diese und andere Thatsachen berechtigen zu der Behauptung, dass auf den atlantischen Inseln durch viele kleinere Vulcane im Laufe der Zeit längliche Gebirge herausgebildet wurden, während nur ausnahmsweise an einzelnen Stellen eigentliche grössere Vulcane in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes entstanden.

Noch bestimmter sprechen sich in dieser Hinsicht K. v. Fritsch und W. Reiss in ihrem meisterhaften Werke über die Insel Tenerife aus. Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse der hier zu betrachtenden Gebirge, sagen sie S. 285, darf man in der Wissenschaft entweder von »Vulcanen« gar nicht mehr reden, oder man muss dieses Wort als gleichbedeutend mit »vulcanischem Gebirge« annehmen. Die Frage nach dem Vulcan von Tenerife ist also dahin erledigt, dass die ganze Insel ein Vulcan, d. h. ein vulcanisches Gebirge ist. Dass dieses Gebirge aus vielen einzelnen Theilen zusammengesetzt ist, von denen jeder für sich bestehen könnte, und einige wahrscheinlich lange Zeit für sich bestanden haben, diess kann keinen Grund abgeben, die jetzige Zusammengehörigkeit zu läugnen. Fasst man »Vulcan« und »vulcanisches Ge-

*) Ich glaubte, die im ersten Bande S. 67 gegebene Definition von Vulcan in vorstehender Weise etwas abändern zu müssen, ohne mir deshalb einzubilden, die Schwierigkeiten überwunden zu haben, welche sich bei dieser Begriffsbestimmung herausstellen.

birge« als gleichbedeutend auf, so lösen sich viele jetzt äusserst schwierig entscheidende Probleme von selbst.

Diesen Ausspruch zweier ausgezeichneter Geologen, welche so viele Vulk gesehen und studirt haben, glauben wir jedoch nur als einen Wink hinnehı zu können, dass dennoch ein Unterschied zwischen einfachen Vulcanen vulcanischen Gebirgen gemacht werden müsse, worauf uns ja auch die erwähnten Bemerkungen von Hartung verweisen. Die Verschiedenheit be ist ungefähr jener zu vergleichen, welche zwischen einem einzeln aufgewa senen Krystalle und einer Krystalldruse besteht, welche letztere ein Aggr von vielen, in mehr oder weniger dichtem Gedränge neben und über einai zur Ausbildung gelangten Krystallen ist, und daher nicht füglich mit dem Na Krystall belegt werden kann.

Die zahlreichen einfachen und auch meist einzeln aufragenden Vulc welche z. B. in Centralfrankreich, von Manzat bis jenseits Besse längs eines desselben Meridianbogens von 9 Meilen Länge an einander gereiht sind, dienen wohl jeder für sich den Namen Vulcan; aber die ganze Reihe dersell vom Puy de Chalard bis zum Puy Monsineire muss wohl mit einem ande Namen belegt werden, wofür sich in diesem Falle der gebräuchliche N Vulcankette (*Chaine des Puys*) eignet, weil diese Vulcane kein in sich sammenhängendes Gebirge bilden.

Wo dagegen durch die gemeinschaftliche Wirkung vieler einfacher V cane ein, in stetiger Ausdehnung aus vulcanischen Gesteinen bestehei Gebirge erbaut worden ist, da wird der Name vulcanisches Gebirge Recht seine Anwendung finden.

Wohl aber stimmen wir mit jenen beiden ausgezeichneten Vulcanol vollkommen überein, wenn sie als die drei typischen, gewissermaassen ide Formen der Vulcane und vulcanischen Gebirge den Kegel, den Dom und Längsrücken unterscheiden, je nachdem die vulcanischen Kräfte vorzı weise auf einem Puncte, oder über einer ungefähr kreisförmig begrän Fläche, oder längs einer Linie zur Wirksamkeit gelangten *).

## §. 502. *Einfache Vulcane; Maare, Schlackenberge, z. Th. mit Lavaströmen*

Wenn es durchaus nicht bezweifelt werden kann, dass jeder Vulcan dı die abyssodynamischen Kräfte des Erdinnern zum Dasein gelangt ist, so l sich die Folgerung gar nicht zurückweisen, dass der erste Act seiner Bild durch eine aus diesem Erdinnern heraufwirkende explosive Thätigkeit mittelt wurde; denn nur auf diese Weise konnte eine Verbindung des E innern mit der Erdoberfläche hergestellt werden, welche als die *conditio qua non* für die Möglichkeit der ganzen Erscheinung zu betrachten ist. Der der Erdoberfläche ausmündende Canal muss jedenfalls ursprünglich durch E plosion in dem Untergebirge des Vulcans eröffnet worden sein, w

*) Geol. Beschr. der Insel Teneriffa, S. 317; auch Hartung, Madeira, S. 40.

auch später durch die fortgesetzte explosive Thätigkeit ringsum die zuerst gebildete Oeffnung ein mächtiger Wall, oder auch über ihr ein kegelförmiger Berg von Schlacken, Lapilli und vulcanischem Sande angehäuft worden ist, durch welche der anfänglich ausgesprengte Krater theilweise oder gänzlich verdeckt wurde.

Es war aber nicht blos eine einzige Explosion, wie die einer Pulvermine, sondern es war, wie diess Poulett Scrope so nachdrücklich hervorhebt*), eine fortdauernde Reihe von Explosionen, durch welche die Bildung sowohl des anfänglichen Kraterschlundes, als auch des Schlackenwalles, und endlich des mehr oder weniger hoch aufragenden Schlackenberges bewirkt worden ist, auf dessen Gipfel nur noch eine kesselförmige Vertiefung die aufwärts projicirte Stelle des in der Tiefe ausgesprengten Kraterschlundes erkennen lässt.

Dass übrigens eine Spaltung, also eine lineare Zerreissung der äusseren Erdkruste, als die erste Bedingung aller dieser Erscheinungen vorausgesetzt werden muss, diess ist wohl nicht zu bezweifeln. Die gebildete und grossentheils rasch wieder geschlossene Spalte wird aber nur da und dort, an einzelnen Stellen, ja bisweilen nur an einer einzigen Stelle hinreichend offen geblieben sein, um die Ausbildung eines Eruptionscanals zu ermöglichen, durch welchen die mit unermesslicher Spannkraft versehenen Wasserdämpfe ihren Ausgang nehmen und ihre explosive Wirksamkeit entfalten konnten, welche sich theils in der Aussprengung eines Kraterschlundes, theils in der Ausschleuderung von Schlacken und anderen losen Auswürflingen offenbarte.

Erreichte die Reihe der Explosionen schon nach kurzer Dauer ihr Ende, so erblicken wir als das Resultat derselben den in dem Untergebirge eröffneten Kraterschlund, dessen Wände dasjenige Gestein erkennen lassen, welches durchgesprengt worden ist, während an seinem oberen Rande eine mehr oder weniger hohe, wallähnliche Anhäufung von Schlacken, Lapilli und Lavasand, untermengt mit Bruchstücken des durchsprengten Gesteins zu sehen ist. Diese Erscheinungsweise charakterisirt das erste Stadium in der Entwickelung eines jeden einfachen Vulcanes und tritt uns besonders in den sogenannten Maaren oder Kraterseen entgegen, von denen die meisten als dergleichen rudimentäre oder embryonische Vulcane zu betrachten sind, welche über dieses erste Stadium gar nicht hinaus gelangten, sondern gleichsam in ihrer Geburt erstickt wurden. Dass sie in ihrer Tiefe gewöhnlich mit Wasser erfüllt sind, diess ist begreiflich, weil ihr Grund tiefer liegt, als das umgebende Terrain, und somit die Bedingungen für zufliessende oder zusickernde Quellen gegeben waren, deren Gewässer sich im Laufe der Zeiten ansammeln mussten, wenn sie auch anfangs in die Tiefe des Eruptionsschlundes zwischen den daselbst angehäuften vulcanischen und anderweiten Schuttmassen hinabflossen und erst später ihr gegenwärtiges Niveau erreichten. Die meisten Maare lassen sich daher wohl mit allem Rechte als Explosionskratere bezeichnen, wie solches zuerst von Montlosier geschehen ist, wogegen andere ähnliche Kesselthäler durch Einsturz entstanden sein mögen.

---

*) Noch zuletzt in dem schönen von Pieraggi übersetzten *Mémoire sur le mode de formation des cones volcaniques*, p. 50 und 51.

Die Maare der Eifel sind in den steil aufgerichteten Schichten der devonischen Formation ausgesprengt worden: schon früher wurden sie mehrfach beschrieben; neuere Betrachtungen über sie gaben besonders v. Dechen, in seinem Geognostischen Führer zu der Vulcanreihe der Vordereifel, 1861, S. 225 ff., Mitscherlich, in seinem Werke über die vulcanischen Erscheinungen in der Eifel, 1865, S. 43 ff. und Vogelsang, in der von der Haarlemer Gesellschaft der Wissenschaften gekrönten Preisschrift, welche unter dem Titel: Die Vulcane der Eifel, in ihrer Bildungsweise erläutert, zu Haarlem 1864 erschienen ist. »Das Hervortreten des Grundgebirges an den inneren Abhängen der Maare, sagt v. Dechen, passt sehr wohl zu der Ansicht, dass dieselben einem Ausbruche ihre Entstehung verdanken, welcher wie bei der vielfach wiederholten Explosion einer Pulvermine wirkte und einen Minentrichter zurückgelassen hat, dass sie also gleichsam ausgeblasen worden sind.« So haben auch v. Humboldt und Hartung die Maare aufgefasst. Steininger betrachtete sie gleichfalls zum Theil als kraterförmige Eruptionsstellen, während er andere durch Einsenkung des Bodens erklärte. Dieser letzteren Erklärung schliesst sich Vogelsang ganz entschieden an, indem er zugleich die Theorie der Explosionskratere nachdrücklich bekämpft, und die meisten Maare in der Weise entstanden denkt, wie es Elie de Beaumont andeutete, indem er sie als *cirques d'effondrement* bezeichnete. Sehr richtig bemerkt übrigens Vogelsang, die Theorie der Explosionskratere sei wesentlich der Versuch einer Erklärung der ursprünglichen Kraterbildung überhaupt. Vergl. auch G. vom Rath, Zeitschr. der geol. Ges. B. 18, S. 517, Anm.

In dem Vulcangebiete Centralfrankreichs sind besonders der im Granit ausgesprengte Krater Gour de Tazana bei Manzat, der in Basalt, Trachytsand und Granit ausgesprengte Lac Pavin bei Besse, sowie der Lac d'Issarlès bei le Béage als ausgezeichnete Beispiele von Maaren zu erwähnen. Der Gour de Tazana liegt am Fahrwege von Manzat nach Gannat, welcher ganz nahe an dessen tiefstem, westlichstem Rande vorbeiläuft, so dass man sehr bequem in das Innere dieses merkwürdigen Kraters gelangen kann. Der Ausfluss des Sees liegt etwas tiefer als der Fahrweg; ausserdem aber ist der Krater ein ringsum geschlossener Circus, dessen Wände von nackten, zackigen, oft schwer zu übersteigenden Granitfelsen gebildet werden, und nur auf der Südseite etwas sanfter abfallen und bewaldet sind. In der Tiefe sieht man über dem Wasserspiegel fast nichts als Granit und nur selten ein Schlackenstück; allein über den Granitwänden erhebt sich ein von vielen kleinen Racheln durchrissener Abhang, welcher der eigentlichen Umwallung des Kraters angehört und vorwaltend aus Lapilli und Lavasand besteht, zwischen denen jedoch auch grössere Schlackenstücke und Granitfragmente vorkommen. Diese Lapilli-Umwallung steigt auf der Nordseite des Gour ostwärts immer höher, wird aber zuletzt im Osten (in *hor.* 8 vom Ausflusse des Sees) durch nackte Granitklippen unterbrochen, welche den Culminationspunct des ganzen Kraterrandes bilden. Geht man jedoch weiter nach Süden, so stellen sich die Lapilli und der Lavasand abermals ein und lassen sich ziemlich weit verfolgen. Alle diese Verhältnisse sprechen wohl dafür, dass die französischen Geologen den Gour de Tazana mit Recht als einen Explosionskrater betrachten, wie solches auch von Poulett Scrope, diesem gründlichen Kenner der Vulcane Frankreichs, geschieht. Bedenkt man nun, dass er zugleich den nördlichsten Endpunct jener langen Reihe von Vulcanen bildet, welche sich in nordsüdlicher Richtung auf dem dortigen Granitplateau erhebt, so wird man es ganz bezeichnend finden, wenn Lecoq diesen Krater *le dernier souffle de la force volcanique* nennt; ist er ja doch der letzte in der Reihe!

Der schöne Lac Pavin ist von Besse aus sehr leicht zu erreichen; man folgt der Chaussee nach Picherande, welche am rechten Gehänge des Thales der Couse hinläuft, und erreicht nach 3,7 Kilometern bei ein paar einzelnen Häusern die an demselben Gehänge eingerissene Schrunde, in welcher das Wasser des Pavin seinen

... findet. Steigt man in derselben hinauf, so sieht man zwar kein anstehendes Gestein, wohl aber vorwaltend eckige Stücke von Basalt und von verschiedenen trachytischen Gesteinen, dazwischen sparsame Stücke von Granit und Gneiss und ... noch seltener ein Schlackenstück. Nur ganz oben, da, wo das Wasser ausfliesst und die kleine Restauration steht, finden sich weisser und gelblicher trachytischer Sand mit mancherlei kleinen Gesteinsbrocken und mit zahlreichen im Sonnenlichte funkelnden Sanidinkörnern. Dieser Sand scheint horizontal geschichtet zu ... und bildet vielleicht die Unterlage des Basaltes, welcher etwa 40 Fuss über dem Seespiegel ringsum eine ziemlich mächtige, in ihrem Querschnitte fast horizontal verlaufende Ablagerung bildet und namentlich am östlichen Ufer in schroffen Felsen aufragt. Der See ist sehr schön, kreisrund, nach Lecoq 42 Hectaren gross und bis 90 Meter tief; er wird von steilen Gehängen umgeben, welche von seinem Ausflusspuncte aus beiderseits immer höher aufsteigen und gegenüber in den bewaldeten Abhang des Vulcans Montchalme übergehen*). Steigt man von dem Ausflusse auf dem Kamme etwas nach Osten hinauf, so bemerkt man unter dem Rasen zwischen dem basaltischen und trachytischen Schutte auch einzelne Granitfragmente, doch kaum Schlacken.

Der Lac d'Issarlès, welcher fast 100 Hectaren Flächenraum hat, ist im Granit ausgesprengt und wird von einer aus gröberem und feinerem Granitschutte mit sparsamen Schlacken bestehenden Ablagerung umgeben. (*Lecoq*, *Époques géologiques de l'Auvergne, t. IV, p.* 140.)

Wenn dagegen nach Eröffnung des Kraterschlundes die explosive Thätigkeit längere Zeit hindurch fortdauerte, so wurden immer mehr lose Auswürflinge zu Tage gefördert, durch deren allmälige Anhäufung endlich der Kraterschlund gänzlich ausgefüllt und rings um ihn ein kegelförmiger Berg aufgeschüttet wurde, auf dessen Gipfel meist noch eine kegelförmige oder trichterförmige Vertiefung eingesenkt ist, welche den auf der Oberfläche sichtbaren Krater bildet, dessen Rand theils stetig ausgedehnt, theils an einer oder an mehren Stellen durchbrochen oder auch nach einer Seite eingesenkt und gebogen ist, in welchem Falle der Kraterwall eine hufeisenförmige oder halbmondförmige Gestalt gewinnt**). Da er aus grösseren und kleineren Auswürflingen besteht, welche letztere als Lavasand und Lavenasche oft sehr vorwalten, so wird der in der betreffenden Gegend herrschende oder auch zufällig wehende Wind nicht selten auf die Vertheilung der aufwärts getriebenen und wieder niederfallenden Projectilien einen Einfluss ausgeübt haben, wodurch der Kraterwall auf derjenigen Seite, nach welcher der Wind wehte, höher werden musste, als auf der entgegengesetzten Seite***).

Doch kommen auch bisweilen Schlackenberge vor, welche gar keinen sichtbaren Gipfelkrater besitzen, wie z. B. der Gravenoire bei Clermont, wäh-

*) In der trefflichen, von Pieraggi übersetzten Abhandlung *P. Scrope's*, *Sur le mode de formation des cones volcaniques*, findet sich ein Bild des Lac Pavin, in dessen Ueberschrift aus Versehen der Name Montsineiro statt Montchalme zu lesen ist.

**) Dergleichen Kratere werden nach Hartung auf Lanzarote Cuchara's genannt, indem ihre Form mit der eines Löffels verglichen wird.

***) So bemerkt z. B. Hartung, dass an sämmtlichen 25 Eruptionskegeln, welche auf Lanzarote in den Jahren 1730 bis 1736 gebildet wurden, der südöstliche, der vorherrschenden Windesrichtung entgegengesetzte Rand bei weitem starker entwickelt ist, als der nordwestliche, welcher oft weit niedriger der Lava einen Ausweg bot.

rend bei anderen die Richtung der explosiven Thätigkeit späterhin die Ve
des Eruptionsschlundes verliess, und sich mehr seitwärts nach anderen Pı
des Gipfels oder auch der Flanken des Berges wendete, wodurch oft mehre
terminale, theils laterale Kratere zur Ausbildung gelangten.

Diese oft sehr regelmässig gestalteten Kraterberge besitzen gewö
Höhen von einem bis mehre Hundert Fuss, steigen selten über tausenc
auf und bestehen meist nur aus Schlacken, Lapilli und vulcanischem S
bisweilen auch aus vulcanischen Tuffen, deren Schichten an der Ausse
des Berges nach aussen, an der Innenseite desselben nach innen fallen
solches natürlich ist, weil diese losen Auswürflinge rings um die Erup
öffnung aufgeschüttet wurden. Bisweilen ragt noch in der Tiefe des Krate
kleiner Schlackenkegel auf, oder es finden sich wohl auch mehre dergleicl

Wenn sich endlich zu der explosiven Thätigkeit auch noch effı
Thätigkeit gesellte, oder mit anderen Worten, wenn dem Ausbruche dei
Projectilien eine Lava-Eruption gefolgt ist, so zieht sich, gewöhnlich aus
durchgerissenen Scharte oder Bresche des Kraters, bisweilen auch vom äu
Abhange oder sogar vom Fusse des Berges ein Lavastrom herab, welcher i
nem weiteren Verlaufe durch die vorhandenen Terrainformen bestimmt w
ist und theils noch stetig verfolgt werden kann, theils aber, durch die sp
Wirkungen der Gewässer zerstückelt, nur noch in einzelnen rückstäı
Riffen, Felsen und Kuppen zu erkennen ist. Nicht selten hat wohl auch ei
derselbe Vulcan zwei oder mehre Lavaströme nach verschiedenen Richt
ausgesendet; allein mit diesen beiden Wirkungen, d. h. mit dem Aı
eines Schlackenberges und mit dem Ausflusse von Lava aus sc
dürften die meisten einfachen Vulcane ihr Ziel erreicht haben.

Diese kleineren Vulcane oder einfachen Eruptionskegel finden sich in
Gegenden und oft in grosser Anzahl beisammen, wo sie dann nicht selte
reihenförmige Anordnung erkennen lassen, indem immer mehre der
längs einer und derselben Spalte zur Ausbildung gelangt sind, wogegen
anderen Fällen eine mehr zusammengehaltene gruppenförmige, ode
eine ganz unbestimmte sporadische Vertheilung zeigen. Sie liegen the
nicht vulcanischem, theils auf vulcanischem Boden, und im letzterer
besonders häufig auf den Abhängen grösserer, vollständig entwickelter V
oder vulcanischer Gebirge, wo sie als parasitische Bildungen, als laterale
tionsschlünde bisweilen zu Hunderten angetroffen werden.

Die Vulcane und Maare der Eifel, die zahlreichen Vulcane von Clerm
Frankreich und jene von Olot in Catalonien liefern uns Beispiele von solche
canen, die auf nicht vulcanischem Boden hervorgebrochen sind, denn die eı
liegen auf Grauwacke, die anderen auf Granit, und die letzteren auf Gestein
Nummulitenformation. Dagegen zeigen uns der Vesuv und der Aetna, Te
Canaria, Island und viele andere Gegenden dergleichen Eruptionskegel auf
canischem Boden, als Seitensprösslinge grösserer Hauptvulcane. Die I
nuove am Vesuv bildeten sich im Jahre 1794: eine Reihe von kleinen Kege
Krateren, aus denen der Lavastrom ausfloss, welcher Torre del Greco zer
Auf den Abhängen des Aetna und im Val del Bove liegen nach Sartorius v. W

hausen an 700 grössere und kleinere Kegel, als eben so viele Schlünde lateraler Ausbrüche, von denen einer im Jahre 1669 den Monte Rosso bildete, an dessen Fusse jener grosse Lavastrom hervorbrach, welcher sich bis in das Meer bei Catania herabwälzte. Der Hekla zeigt eine ganze Reihe von Krateren, und alle anderen isländischen Vulcane folgen auf ähnliche Weise grossen, in nordöstlicher Richtung ausgedehnten Spalten, über welchen sich zuweilen hundert kleine Kratere erheben, wie „Knospen eines und desselben Zweiges". Alle diese vulcanischen Kegel sind an Gestalt und Bau ganz ähnlich denen, welche sich rings um den Aetna vorfinden; sie erscheinen als kegelförmige Haufwerke von rothen und braunen Schlacken nebst schwarzem Sande, besitzen eine Böschung von 25 bis 30°, und einen bassinförmigen Krater. Von dieser Beschaffenheit sind die Kratergruppen von Ellidavatan und Randa-Camba, sowie jene des Leirhnukur, längs dessen Eruptionsspalte eine ganze Reihe von Kraterbergen aufragt. Auf der Insel Lanzarote entstand während der im Jahre 1730 begonnenen Eruptionen eine geradlinig verlaufende Reihe von 25 Schlackenkegeln, deren grösster, die Montana del Fuego, 800 Fuss über seine Basis aufragt und 5 Kratere zeigt, von denen der bedeutendste wohl 300 Fuss tief ist; das von ihnen gelieferte Lavafeld bedeckt einen Raum von 3 teutschen Quadratmeilen. (Hartung, Fuertaventura und Lanzarote, S. 70 f.)

Auch die Tuffkratere der phlegräischen Felder bei Neapel, welche daselbst in grosser Anzahl und zum Theil mit sehr bedeutenden Dimensionen auftreten, gehören hierher, obwohl sie fast nur aus Bimsteintuff bestehen, welcher um einzelne Eruptions-Mittelpuncte zu ganzen Bergen mit regelmässigen Krateren aufgeworfen worden ist; nur drei derselben zeigen einen Kern von Trachyt. — Aehnlich verhalten sich die Tuffkratere, welche zugleich mit zahllosen Schlackenkegeln auf den Galapagos-Inseln vorkommen und nach Darwin die interessanteste Erscheinung dieser vulcanischen Inselgruppe bilden. Der Isthmus von Auckland in Neuseeland enthält auf einem Flächenraum von etwa 8 teutschen Quadratmeilen nicht weniger als 63 Eruptionskegel, von denen der höchste, Rangitoto, 900 Fuss hoch ist, während die übrigen 300 bis 600 Fuss Höhe erreichen; sie sind wahre Modelle vulcanischer Kegel, und erscheinen theils als flache Tuffkegel, theils als steile Schlackenkegel, welche letztere zum Theil bedeutende Lavaströme geliefert haben. Sie liegen alle auf tertiären Sandstein- und Mergelschichten. (F. v. Hochstetter, Geologie von Neuseeland, S. 160.)

In Böhmen gehören hierher der Kammerbühl bei Franzensbad und der Eisenbühl, zwei kleine und ganz isolirte erloschene Vulcane; in Mähren die gleichfalls längst erloschenen Vulcane bei Banow, Orgiof und Bistritz, auch der Rautenberg, und im angränzenden Theile von österreichisch Schlesien der Vulcan von Messendorf, sowie der Köhlerberg bei Freudenthal. (J. Schmidt, im Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, B. IX, S. 1 ff., und Jeitteles, im Neuen Jahrb. für Mineralogie, 1858, S. 810.)

## §. 503. *Zusammengesetzte Vulcane oder vulcanische Gebirge.*

Es wurde bereits oben erwähnt, dass die vulcanischen Gebirge ihrer allgemeinen Gestalt nach besonders als domförmige (oder kuppelförmige) und als kammförmige (oder rückenförmige) Gebirge unterschieden werden können. In den ersteren giebt sich noch eine gewisse Anordnung um eine vorherrschende verticale Axe zu erkennen, ringsum welche die Ausbildung des ganzen Gebirgskörpers erfolgt ist; in den letzteren dagegen dürfte eher eine verticale Fläche als dasjenige centrale Element zu denken sein, längs und zu

beiden Seiten dessen die Massen geordnet und zur Ausbildung gelangt sind. Diese verschiedenen Verhältnisse machen es nöthig, beide Arten vulcanischer Gebirge besonders zu betrachten.

### a. Domförmige vulcanische Gebirge.

Denken wir uns, dass aus einem bereits gebildeten, sehr grossen einfachen Vulcane im Laufe der Zeiten vielfach wiederholte Eruptionen von losen Auswürflingen mit häufigen Eruptionen von Lavaströmen gewechselt haben, so wird das Volumen des Vulcans allmälig bedeutend vergrössert worden sein, und aus dem anfänglichen Schlackenkegel oder Tuffkegel wird sich ein, zwar auch noch kegelförmig oder auch sanft kuppelförmig gestalteter Berg herausgearbeitet haben, welcher jedoch eine weit complicirtere Architektur erkennen lässt, indem er sich nach allen Seiten aus vielfach abwechselnden Lavabänken und dazwischen eingeschalteten Schichten von Schlacken, Lapilli, Lavasand und Lavastaub zusammengesetzt erweist.

Diese Zusammensetzung und Architektur kommt besonders an den perennirenden, fortwährend thätigen, und an den durch lange Zeiträume thätig gewesenen Vulcanen vor, in welchen zahlreiche vulcanische Schuttschichten nebst eingeschalteten Lavabänken ein kegelförmiges Schichtensystem bilden, dessen Schichten eine den Abhängen des Berges conforme Lage zeigen, also nahe am Gipfel 10 bis 15°, ja wohl 20 bis 30° geneigt sein können, während sie weiterhin gegen den Fuss eine immer flachere Lage annehmen.

Da die Lavabänke nichts anderes sind, als Lavaströme, welche, bald nach dieser, bald nach jener Richtung herabgeflossen, zu steinartigen consistenten Massen erstarrten, so werden sie zwar in der Abfallsrichtung des Berges eine mehr oder weniger bedeutende Längenausdehnung erreichen, aber gewöhnlich eine verhältnissmässig geringere Breite besitzen, wogegen sich die Schichten der losen Auswürflinge oft stetig um den ganzen Berg verfolgen lassen, weil ja diese Projectilien bei jeder Eruption ziemlich gleichmässig nach allen Richtungen um den Eruptionsschlund niederfallen, wenn nicht ein heftiger Wind sie mehr einseitig nach einer bestimmten Richtung hintreibt.

Je öfter sich nun im Laufe der Zeiten aus dem centralen Krater oder aus seitwärts eröffneten Schlünden diese Producte theils explosiver, theils effusiver Eruptionen wiederholten, um so bedeutender mussten sich die Dimensionen des Berges in horizontaler wie in verticaler Richtung vergrössern, und so ging der anfangs einfache Vulcan in einen zusammengesetzten Vulcan über, welcher wohl endlich so grossartige Dimensionen gewann, dass er ein förmliches Gebirge von domförmiger oder kuppelförmiger Gestalt darstellt.

Traten von Zeit zu Zeit besonders heftige Explosionen aus dem centralen Krater ein, so konnte dieser Krater sehr weit ausgesprengt werden, worauf sich im Grunde desselben durch weitere Eruptionen ein neuer Kegelberg ausbildete, an welchem sich dieselben Erscheinungen und Bildungen im kleineren Maassstabe wiederholten. Auf diese Weise sind bisweilen zwei, ja wohl drei sich gegenseitig umschliessende Kegel und Kratere zur Ausbildung gelangt.

Vor der Eruption des Vesuv im Jahre 79 nach Christi Geburt, die ersten und gewaltigsten, welche seit Menschengedenken eintrat, befand sich auf seinem Gipfel ein sehr grosser und weiter, aber ganz flacher Krater, dessen Umwallung bei dieser Eruption grösstentheils weggesprengt wurde, und nur in demjenigen Theile rückständig blieb, welcher gegenwärtig den Namen M. Somma führt. In der Mitte dieses alten Kraters bildete sich damals der noch jetzt thätige Eruptionskegel aus, welcher den Vesuv im engeren Sinne des Wortes darstellt.

Aber auch dieser Kegel hat im Laufe der Zeiten manche sehr merkwürdige Umgestaltungen erlitten. So fand Hamilton, welcher den Vesuv in den Jahren 1768 bis 1800 ununterbrochen beobachtete und untersuchte, im Jahre 1774 drei, sich concentrisch umschliessende Kegel oder Kratere, von denen der innerste am höchsten aufragte und den damaligen Gipfel des Berges bildete. Im Jahre 1777 aber ragte innerhalb des äusseren Kraterwalles nur ein einziger Kegel auf, aus dessen Krater die Eruptionen erfolgten. Dagegen berichtet Poulett Scrope, als Augenzeuge der gewaltigen Eruption des Jahres 1822, dass damals der Krater des Vesuv durch die ungeheuren Wirkungen der 20 Tage lang unaufhörlich arbeitenden Explosionen, bei denen die losen Auswürflinge und Dampfmassen eine 10,000 Fuss hohe, mächtige Säule bildeten, zu einem Kessel von 4 Kilometer, oder mehr als einer halben Meile Umfang und weit über 1000 Fuss Tiefe, ausgesprengt wurde.

Die liparische Insel Volcano zeigt einen, nur etwa zu 2/3 seines Umfanges erhaltenen äusseren Kraterwall, innerhalb dessen der noch jetzt thätige Kegel zur Ausbildung gelangt ist; am Stromboli und an der capverdischen Insel Fogo wiederholen sich die Verhältnisse von Somma und Vesuv. Und so liessen sich noch viele Beispiele theils an thätigen, theils an erloschenen Vulcanen anführen.

Wir haben bis jetzt angenommen, dass die Eruptionen rings um eine gemeinschaftliche Axe, und zwar hauptsächlich aus einem centralen Eruptionsschlunde erfolgten. Gar häufig haben sie aber auch aus Seitenspalten, auf den Abhängen oder am Fusse des Berges Statt gefunden, und dann die Ausbildung von lateralen Schlackenkegeln und Lavaströmen bedingt, in welchen sich die Erscheinungen der einfachen Vulcane wiederholen. Daher finden wir oft auf der Oberfläche der domförmigen zusammengesetzten Vulcane eine grössere oder geringere Anzahl von kleineren einfachen Vulcanen, von seitlichen Sprösslingen des Hauptvulcans, welche oft ihre besonderen Lavaströme geliefert haben, und sich von den mehr selbständigen Vulcanen dieser Art nur dadurch unterscheiden, dass sie kein nichtvulcanisches, sondern ein vulcanisches Untergebirge zu ihrem unmittelbaren Fundamente haben.

Der Aetna und der Vesuv, sowie von erloschenen Vulcanen der Mont-Dore und der Cantal, liefern uns in Europa sehr ausgezeichnete Beispiele solcher domförmigen vulcanischen Gebirge. Am Vesuv sind die lateralen Kegel nur in geringer Zahl und in kleineren Dimensionen bekannt, während an dem weit grösseren Aetna die Zahl derselben sehr gross ist und manche derselben, wie der M. Rosso und M. Minardo, recht bedeutende Berge bilden. An den beiden viel älteren Vulcangebirgen Centralfrankreichs ist nicht nur der ursprüngliche centrale Krater sehr undeutlich zu erkennen, sondern es sind auch die lateralen Ausbrüche meist nur in den Lavaströmen angezeigt, welche von ihnen geliefert wurden.

Der Hauptkörper der grösseren domförmigen Vulcangebirge zeigt aber gewöhnlich noch eine weit zusammengesetztere Architektur, indem sich bei ihnen

zu den Tuff- und Schlackenschichten und zu den dazwischen eingeschalteten Lavaströmen eine Bildung von Lavagängen gesellte, welche besonders in der Umgebung der Axe, also in der centralen Region, zur Ausbildung gelangt sind. Bei der oft grossen Anzahl und zum Theil bedeutenden Mächtigkeit dieser Lavagänge lässt sich der Folgerung gar nicht ausweichen, dass ihre Bildung eine Anschwellung und Erhebung der centralen Region des ganzen Gebirges verursachen musste, wie dies im nächsten Paragraphen erläutert werden wird.

### b. Kammförmige vulcanische Gebirge.

Die vulcanischen Gebirge sind jedoch keinesweges immer um eine gemeinschaftliche Axe, als domförmige oder kuppelförmige Gebirge zur Ausbildung gelangt, sondern zeigen gar häufig mehr den Charakter eines kamm- oder rückenförmigen Gebirges, was ja auch sehr begreiflich ist, wenn man bedenkt, dass eine Spaltung der Erdkruste die erste Bedingung für die Möglichkeit des Eintretens vulcanischer Eruptionen überhaupt ist.

Wenn nun längs einer so gebildeten Spalte, oder auch vielleicht längs eines Systemes von fast parallelen Spalten*) viele, nahe hinter einander liegende Eruptionsschlünde zur Ausbildung gelangten, welche alle fast gleichzeitig in Wirksamkeit traten, so wird, als erstes Resultat der explosiven Thätigkeit, eine sehr mächtige, stetig ausgedehnte Ablagerung von losen Auswürflingen, also von Schlacken und Lapilli, von Lavasand und Asche, gebildet worden sein, indem die einzelnen Kegel neben und über einander zur Interferenz gelangten und sich zu einem grösseren Ganzen vereinigten. Diese Ablagerung konnte nach Länge und Breite, jedoch besonders nach der ersteren Richtung, eine sehr bedeutende Ausdehnung erlangen, während sie in ihrem mittleren Theile die grösste Mächtigkeit gewinnen musste, weil dort die Spalten am weitesten, auch vielleicht noch mit Querspalten versehen, und folglich die Bedingungen zur Eruption am günstigsten waren.

Trat dann später eine vorwaltend effusive Thätigkeit ein, so musste die so gebildete Ablagerung loser Auswürflinge besonders in ihrer mittleren Region von zahlreichen Lavagängen durchschnitten werden, deren Material, auf der jedesmaligen Oberfläche angelangt, in Lavaströmen überfloss, welche sich auf dem äusseren Abhange der Schlackenablagerung bald nach dieser, bald nach jener Richtung und nicht selten bis an oder auch über die Gränze derselber ergossen. Wiederholten sich nun im Laufe der Zeiten viele derartige Eruptionen, abwechselnd mit Auswürfen von Schlacken, Lapilli und feinerem Schutte, so wurde alles voraus abgelagerte Material von neuen Lavagängen durchsetzt, sowie von neuen Lavaströmen bedeckt, und so bildete sich allmälig ein mehr oder weniger mächtiges System von Schlacken- oder Tuffschichten mit dazwischen eingeschalteten Lavabänken aus, welche nach beiden Seiten von der topographischen Längsaxe des Gebirges unter grösseren oder kleineren Winkeln abwärts geneigt sind.

*) Welche sich jedoch in der Tiefe zu einer einzigen Spalte vereinigen können.

Aber auch ausserhalb der centralen Region werden bald hier, bald dort theils explosive, theils effusive Eruptionen eingetreten sein, wodurch Schlackenkegel und Lavaströme gebildet wurden, welche entweder noch gegenwärtig an der Oberfläche sichtbar sind, oder auch unter den Materialien von höher aufwärts erfolgten Schlackenauswürfen und Lavaergüssen begraben worden sind. Dass aber durch die grosse Anzahl von Lavagängen, deren Ausbildung oftmals die Entstehung von intrusiven Lavalagern zur Folge hatte, bei diesen kammförmigen vulcanischen Gebirgen gleichfalls eine eigenthümliche Anschwellung und Vergrösserung des ganzen Gebirgskörpers bewirkt werden musste, diess ist gewiss nicht zu bezweifeln.

Bei der in solcher Weise erfolgten Ausbildung eines vulcanischen Gebirges ist nun in der Regel gar kein centraler, das ganze Gebirge gewissermaassen beherrschender Hauptkrater zur Entwickelung gelangt, weil die Eruptionen aus zahlreichen, nahe bei einander liegenden und gewissermaassen ebenbürtigen oder gleichwerthigen Eruptionsschlünden erfolgten. Dennoch aber wird das ganze Gebirge in seiner mittleren Region am höchsten aufragen, wird dort von den zahlreichsten Lavagängen durchschnitten und von dort aus den Wirkungen der Fallthätigkeit der atmosphärischen Gewässer am meisten ausgesetzt sein. Uebrigens können noch zuletzt an vielen einzelnen Puncten mehr oder weniger bedeutende Eruptionskegel zur Ausbildung gelangt sein, welche längs des Kammes oder auf den Flanken des Gebirgsrückens noch heutzutage als eminente Kuppen aufragen und alle Eigenschaften der einfachen Vulcane zeigen.

Sartorius v. Waltershausen hatte schon den hier erläuterten Unterschied in der Ausbildung der vulcanischen Gebirge erkannt, indem er diejenigen vollständig entwickelten Vulcane, welche nicht sowohl um eine centrale Axe, als vielmehr längs einer Mittellinie zur Ausbildung gelangten, unter dem Namen Längenvulcane oder Longitudinalvulcane von den Centralvulcanen trennte. Sie haben nicht die Form eines Kegels oder einer Kuppel, sondern die eines mehr oder weniger langgestreckten Rückens oder Kammes, auf dessen Grat viele Eruptionskegel und Kratere reihenförmig hinter einander liegen. So ist nach Sartorius v. Waltershausen der Hekla ein in der Richtung von ONO. nach WSW. gestreckter Vulcan, auf dessen Kamme fünf Kratere in einer Reihe liegen; alle übrigen isländischen Vulcane, mit Ausnahme des Snaefiall und Oeräfva, folgen ähnlichen in nordöstlicher Richtung ausgedehnten Spalten, über denen sich nicht einzelne grosse Kratere, sondern zahlreiche Gruppen von kleinen Krateren erheben. Eben so verhält sich nach Burkart der Jorullo in Mexico; sein Hauptkrater ist ein langgezogener, spaltenartiger Schlund, in dessen Verlängerung nach Süden noch drei, nach Norden noch zwei Kegel mit besonderen Krateren aufragen. Karsten's Archiv, B. V, S. 189 ff.

Sehr ausgezeichnete und grossartige Beispiele solcher kammförmiger vulcanischer Gebirge liefern die meisten atlantischen Inseln, über welche Leopold v. Buch, Lyell, Hartung, Reiss, K. v. Fritsch und Stübel so schöne Beobachtungen geliefert haben, aus denen sich auch die merkwürdige Thatsache ergiebt, dass auf vielen dieser Inseln eine wesentlich aus Hypersthenit und Diabas bestehende Grünsteinformation das Untergebirge bildet, über welchem die vulcanische Formation zur Ablagerung gelangte.

c. Combination domförmiger und kammförmiger vulcanischer Gebirge.

Die beiden so eben betrachteten Formen vulcanischer Gebirge lassen zuweilen Mittelglieder erkennen, welche Uebergänge aus der einen Form in die andere darstellen und uns wohl darüber in Zweifel lassen können, unter welchem Namen ein solches Gebirge aufgeführt werden soll; auch nehmen die domförmigen Gebirge mitunter den Charakter flachgewölbter Plateaus an.

Oft aber finden sich Combinationen von domförmigen und kammförmigen Gebirgen oder von mehren kammförmigen Gebirgsgliedern zu einem grösseren Ganzen, welches letztere Verhältniss auch als die Verzweigung eines grösseren Stammes vorgestellt werden kann. So steht auf Tenerife das, den Hauptkörper der ganzen Insel bildende domförmige Gebirge des Teyde nach Osten und Westen mit kammförmigen Gebirgsrücken in Verbindung; ähnliche Verhältnisse wiederholen sich auf den azorischen Inseln Terceira, Pico und Fayal, und auch die so viel besprochene canarische Insel Palma lässt die Verknüpfung eines mächtigen Domes mit einem kammförmigen Gebirge erkennen.

Wo dergleichen Gebirgsglieder von verschiedener Gestalt und Richtung an einander gränzen, so lassen sie zwischen sich Vertiefungen oder Buchten übrig, welche weder durch Erosion, noch durch Senkungen oder Faltungen entstanden sind, und für welche Lyell und Hartung den Namen intercolline Räume oder Thäler in Vorschlag gebracht haben*).

## §. 504. *Ausdehnende und erhebende Wirkung der Lavagänge.*

Im vorhergehenden Paragraphen wurde schon beiläufig erwähnt, dass die zumal in den mittleren Regionen der vulcanischen Gebirge so häufig auftretenden Lavagänge nothwendig eine Anschwellung und Erhebung des ganzen Gebirgskörpers verursachen mussten.

Ein jeder Lavagang ist ja nichts Anderes, als eine mit erstarrter Lava ausgefüllte Spalte. Es drängt sich uns also zunächst die Frage auf, wie dergleichen Spalten entstanden sind. Die Antwort liegt wohl nahe, dass sie durch dieselben von unten herauf wirkenden Kräfte gebildet wurden, welche sich uns in allen Erscheinungen der Vulcane zu erkennen geben. Indem diese Kräfte mit ihrer ganzen Gewalt stossweise gegen das bereits gebildete System von Schlacken- und Tuffschichten nebst dazwischen eingeschalteten Lavabänken in Wirksamkeit traten, erlitt solches Schichtensystem eine instantane Erhebung, welche nothwendig eine stellenweise Zerreissung oder Spaltung, und wohl auch bisweilen eine theilweise Auflüftung desselben zur Folge

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges., B. 11, 1859, S. 195. Eine Vereinigung von Domgebirgen, Längsrücken und Hochplateaus bietet die azorische Insel Sao Miguel, welche nach K. v. Fritsch und Reiss am besten geeignet ist, die Entstehungsgeschichte solcher Gebirge zu studiren. Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 217.

hatte*). Wurde nun in die so gebildeten Spalteniäume unverzüglich Lava eingepresst, so konnten sie nicht wieder geschlossen werden, und das, wenn auch nur wenig gehobene Schichtensystem musste in seiner neuen Lage verharren, weil jede Spalte mit einem Lavagange, und jede Auflüftungskluft mit einem Lavalager erfüllt worden war.

Da sich nun dergleichen Ereignisse während heftiger oder lange dauernder Eruptionen oft vielfach nach einander wiederholt haben, so wird besonders in der mittleren Region des Gebirges, unter welcher doch jedenfalls der Hauptheerd des vulcanischen Processes anzunehmen ist, eine vielfache Zerspaltung und eine mehrfache Auflüftung eingetreten sein, wobei durch Injection des feuerflüssigen Materials zahlreiche Lavagänge und wohl auch einzelne intrusive Lavalager zur Ausbildung gelangten. Und in der That ist die Menge der so gebildeten Lavagänge in vielen Fällen erstaunlich gross, während auch manche derselben eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen. Doch ist ihre Anzahl immer am grössten in der mittleren Region des Gebirges, während sie weiter hinaus mehr und mehr abnimmt, bis endlich nur ganz einzelne, oder auch gar keine Gänge mehr vorkommen.

Diese kleinen instantanen Hebungen, und diese wiederholten Bildungen von Lavagängen und intrusiven Lavabänken, wie sie bei den stärkeren Eruptionen so häufig vorkommen müssen, summiren sich allmälig im Laufe der Zeiten zu so bedeutenden Effecten, dass sie sich endlich in einer deutlichen Anschwellung und Erhöhung des Gebirgskörpers zu erkennen giebt. Es ist diess ein Wachsthum von innen heraus, durch Intussusception, welches neben dem allerdings weit bedeutenderen Wachsthume durch Super- oder Juxtaposition nicht gänzlich ausser Acht gelassen werden darf.

Poulett Scrope hat schon in den Jahren 1826 und 1827 auf diese Wirkungen der vulcanischen Gangbildung hingewiesen und solche seitdem in allen seinen Schriften aufrecht erhalten. Sartorius v. Waltershausen, dieser gründliche Erforscher des Aetna, glaubt einen nicht unbedeutenden Antheil an der Erhebung dieses Gebirges auf Rechnung der Injection von Lava in verticale Spalten und der lateralen Intrusion derselben zwischen die vorhandenen Tuff- und Lavaschichten setzen zu müssen. Auch Lyell anerkennt diese Wirkungen, obgleich er der intrusiven Lagerbildung nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zugestehen will und solche fast zu bezweifeln geneigt ist. Hartung, welcher so gründliche und umfassende Forschungen im Gebiete der atlantischen Inseln gemacht, spricht sich dahin aus, dass der Ansicht, den Gangbildungen eine Erhöhung und grössere Steilheit der mittleren Regionen der vulcanischen Gebirge zuzuschreiben, eine Wahrheit entschieden zu Grunde liegt. »Es dürften Gänge, deren Zahl und Masse fortschreitend nach der Mitte des Berges anwächst und dort am bedeutendsten ist, nicht nur eine allgemeine Anschwellung, sondern auch eine centrale Hebung der Gesammtmasse bewirken, gleichviel ob diese als Dom über einer kreisförmigen, oder als Bergrücken über einer langgestreckten Grundlage emporsteigt.« Dabei müssen wir jedoch annehmen, »dass die Gang-

---

*) Eine, wenn auch geringe Hebung, welche natürlich auch das Untergebirge des Vulcans mit ergriff, musste nothwendig eine Ausdehnung in horizontaler Richtung verursachen, welche mit einer Zerreissung oder Spaltenbildung in verticaler Richtung endigte.

bildung mit der (äusseren) Ablagerung gleichzeitig fortschritt, oder mit anderen Worten, dass die Auftreibung mittels einer Hebung das Ergebniss der (äusseren) Anhäufung nur bis zu einem gewissen Grade zu vergrössern vermochte«. Betrachtungen über Erhebungskratere, S. 94 und 102.

In den domförmigen vulcanischen Gebirgen fand diese Gangbildung ganz besonders rings um die verticale Axe Statt, wo sie meist von dem centralen, mit flüssiger Lava erfüllten Eruptionsschlunde ausgegangen zu sein scheint, weshalb denn die Gänge selbst fast vertical nach allen Richtungen hin auslaufen. Da sie aber zu verschiedenen Zeiten gebildet wurden, so kommen nicht selten Durchsetzungen und selbst Verwerfungen der älteren Gänge durch die jüngeren vor, weshalb sie bisweilen ein förmliches körperliches Netz bilden, dessen Maschen von den durchschnittenen Theilen des aus Schlackenschichten und Lavabänken bestehenden Schichtensystemes ausgefüllt sind.

An der Serra Cuvigghiuni, einem der Felskämme des früher im jetzigen Val del Bove bestandenen Eruptions-Centrums des Aetna beobachtete Sartorius v. Waltershausen 40, theils senkrechte, theils geneigte Gänge verschiedenen Alters, von denen die ältesten, mitunter sehr mächtigen dioritischen durch jüngere doleritische durchsetzt und verworfen sind. Dort und in der benachbarten Serra intermedia scheint das Volumen der Gänge oft jenem der von ihnen durchschnittenen Massen gleich zu sein; 13 bis 14 senkrechte Dioritgänge, von denen einer 70 Fuss mächtig ist, liessen eine auffallende Convergenz ihres Verlaufs erkennen. In demselben Eruptions-Centro von Trifoglietto haben auch Sartorius wie Lyell rings um dessen Axe einen Abfall der oft steil geneigten Schichten nach aussen hin erkannt. Wenn nun ähnliche Gangbildungen in der ganzen mittleren Region des Aetna vorausgesetzt werden können, so begreift man, dass sie nicht nur auf die Architektur, sondern auch auf das Volumen und die Höhe des Gebirges einen wesentlichen Einfluss ausgeübt haben müssen. Lyell glaubt, dass die ursprüngliche Neigung der Schlackenschichten und Lavabänke durch diese Ursache etwa um $1/4$ vergrössert worden sein mag*).

Das Fussgebirge des Pic de Teyde auf Tenerife ist ebenfalls ein domförmig gestaltetes Gebirge; dasselbe endigt mit dem theilweise noch erhaltenen, sehr weiten felsigen Circus der Cañadasberge, der die Bimstein-Fläche der Cañadas umgiebt, aus welcher der Pic mit seinen Lavaströmen hervorragt; in der Guajara, als seinem höchsten Gipfel, steigt dieser Circus fast 500 Meter über der Bimssteinfläche auf. »Wie die Somma den Vesuv, so umgeben die Cañadasberge den Teyde, und wie dort, so ist auch hier nur ein Theil der Umwallung erhalten.« Ueber die Entstehung dieser grossen Gipfel-Einsenkung von 20 Kilometer Länge und 12 Kilometer Breite sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden**); auf welche Weise sie aber auch entstanden sein mag, so gewähren uns doch die steilen inneren Felswände der Cañadasberge einen Einblick in die Zusammensetzung und Architektur derselben. Sie bestehen vorwaltend aus phonolithischen und trachytischen Laven,

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, S. 208 und 244.

**) Lyell betrachtet den Circus als die Ruine eines älteren Kegels. *Elements of Geology*, 6. *ed.*, *p.* 638. Reiss und K. v. Fritsch lassen es gewissermaassen unentschieden, ob bei der Ausbildung dieses grossen Kessels die Erosion durch fliessende Gewässer allein gewirkt habe, oder ob solcher Erosion durch die Aussprengung mehrer Explosionskratere vorgearbeitet worden sei. Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 228 bis 246. Virlet hielt den Circus grossentheils für einen *cratère d'enfoncement*. *Bull. de la soc. géol. t. III, p.* 308

deren oft sehr mächtige, aber selten weit ausgedehnte Ströme, in pseudoparalleler Lage über einander geschichtet, mit hellfarbigen Tuffschichten wechsellagern; doch kommen auch basaltische und doleritische Gesteine in beträchtlichen Massen vor, so dass hier, wie bei allen vulcanischen Gebirgen, die Producte wiederholter und verschiedenartiger Ausbrüche vorliegen. Alle diese Schichten und Bänke zeigen, mit wenigen Ausnahmen, eine geringe Neigung nach aussen; alle aber werden von unzähligen, theils basaltischen, theils phonolithischen Gängen durchsetzt, welche meist in der Richtung gegen den centralen Theil der Einsenkung verlaufen. (Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 155 u. s. w.) Dass die successive Einschaltung so zahlreicher Gänge allmälig eine bedeutende Anschwellung und eine merkliche Emportreibung des ganzen Gebirgskörpers verursachen musste, diess ist gewiss begreiflich.

Um auch aus dem Gebiete längst erloschener vulcanischer Gebirge ein Beispiel aufzuführen, erwähnen wir noch das Gebirge Mont-Dore in Centralfrankreich, welches aus mächtigen und ausgedehnten Ablagerungen von trachytischen Tuffen, Basalten, Andesiten und Trachyten aufgebaut ist, und in seiner centralen, höchsten Region, also in der Umgebung des Pic de Sancy, von zahlreichen, meist ausserordentlich mächtigen Gängen durchschnitten wird, denen eine ähnliche Wirkung auf die Volumen- und Höhen-Verhältnisse des ganzen Gebirges gewiss nicht abgesprochen werden kann. In geringer Entfernung von der Centralregion sind dergleichen Gänge nicht mehr zu beobachten*).

Dass auch in den longitudinalen oder kammförmigen vulcanischen Gebirgen durch die in ihrer mittleren Region oftmals in erstaunlicher Menge auftretenden Gänge allmälig ähnliche Wirkungen auf das Volumen und die Höhe des ganzen Gebirges ausgeübt worden sein müssen, diess bedarf kaum eines Beweises. Denn die Vergrösserung des Volumens konnte sich ja hauptsächlich nur in einer aufwärts gerichteten Anschwellung äussern, weil eine seitliche Hinausdrängung durch die in solcher Richtung vorliegenden Massen verhindert wurde, und weil die eruptiven Operationen überhaupt von unten nach oben wirkten. Die durch Einschaltung der Gänge allerdings in lateraler Richtung hervorgebrachte Volumvergrösserung konnte also nur mittels einer Emportreibung des Gebirgskörpers verwirklicht werden, durch welche seine horizontalen Durchmesser nach oben convexer und folglich verlängert wurden. Diess wird freilich auch eine theilweise Auflüftung der Massen und damit die Ausbildung von intrusiven Lavabänken zur Folge gehabt haben.

Während in den domförmigen Gebirgen die Lavagänge grossentheils von der centralen Axe aus in radialer Richtung verlaufen, so lassen sie in den kammförmigen Gebirgen vorherrschend ein dem Kamme paralleles, zum Theil auch ein darauf rechtwinkeliges Streichen erkennen, wie diess ja in den

*) Als mein verehrter Freund F. Reich, welchem man so schöne Untersuchungen über die mittlere Dichtigkeit der Erde und über die Temperatur-Zunahme in den Bergwerken verdankt, im Jahre 1824 den Mont-Dore besuchte, da erkannte schon dieser gründliche Beobachter mit Erstaunen die Thatsache der Häufigkeit solcher Gänge in der Centralregion und ihres Mangels weiter auswärts. Aehnliche sehr reiche Gang-Systeme sind auch am Cantal bei der Anlage der beiden grossen Tunnel von Lioran nachgewiesen worden, von denen der obere die Chaussee, der untere die Eisenbahn zwischen Murat und Aurillac unter dem Culminationspuncte des Gebirgspasses aufnimmt.

verschiedenen Bedingungen der ursprünglichen Ausbildung der beiderlei Gebirge begründet ist; doch sind andere Richtungen keineswegs ausgeschlossen. Auch treten sie längs des hohen Gebirgskammes am zahlreichsten auf und werden auf beiden Seiten immer seltener, je weiter man sich davon entfernt.

Das 13 Kilometer lange Anaga-Gebirge auf Tenerife, welches östlich vom Domgebirge des Teyde aufragt, zeigt die Gänge dort, wo die Schlackenmassen bis zum höchsten Kamme hinaufreichen, in so dichtem Gedränge, dass man zuweilen glauben könnte, steil geneigte Schichten vor sich zu haben. Obgleich nun manche derselben nach allen möglichen Richtungen streichen, so ist es doch augenscheinlich, dass eine sehr grosse Anzahl der Cumbre (d. h. dem höchsten Kamme) nahezu parallel verläuft. — Auch in der Cumbre der Orotava-Mulde erscheinen die Schlacken und Tuffe durchschnitten von vielen theils doleritischen und basaltischen, theils trachytischen Gängen, deren Mehrzahl dem nahen Gebirgskamme parallel streicht, während viele andere rechtwinkelig darauf stehen. — In dem auf der Westseite des Teyde-Gebirges liegenden Teno-Gebirge werden die basaltischen Schlackenmassen nahe der Cumbre von einer grossen Anzahl schmaler Gänge durchsetzt, und auch hier lässt sich erkennen, dass viele der Cumbre parallel verlaufen, obgleich es nicht so auffallend ist, wie im Anaga-Gebirge. K. v. Fritsch und Reiss, Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 28, 67 u. 292.

## §. 505. *Ueber die sogenannten Erhebungskratere.*

Obgleich die von Leopold v. Buch aufgestellte Idee der Erhebungskratere gegenwärtig von der grossen Mehrzahl der Geologen aufgegeben worden ist, so hat sie doch mehre Decennien hindurch in der Geschichte der Wissenschaft eine so wichtige Rolle gespielt, dass sie in unserem Lehrbuche mit zur Erwähnung gebracht werden muss; um so mehr, als ihr noch einige Geologen zu huldigen scheinen.

Der erste Keim dieser Idee stieg in Leopold v. Buch auf, als er im Jahre 1802 den Mont-Dore untersuchte, und an Karsten seine geistreichen Briefe aus der Auvergne schrieb*). »Wie kann man nur den Mont-Dore einen Vulcan nennen?« Mit dieser Frage leitete er die folgenden Betrachtungen ein, welche wesentlich darauf hinaus laufen, dass die ungeheure Circus-Umgebung dieses Gebirges einem Krater gar nicht ähnlich, dass Alles regelmässig aus Schichten zusammengesetzt sei, über welchen sich die äussere Basaltdecke wie eine letzte Schicht ausbreitet, dass Eruptionskegel, Kratere, Schlacken, Lapilli, überhaupt alle Dinge, welche einen Vulcan eigentlich zu einem Vulcane machen, vermisst werden; und dennoch seien die durch Aufblähung erhobenen Kegel oberhalb Volvic nur wie kleinere Copieen des Mont-Dore**). »Was hindert uns«, so schliesst er endlich, »den Montdore-Porphyren (d. h. Trachyten und Andesiten) eine ähnliche Entstehung aus dem Granite zuzuschreiben, als denen des Sarcoui und des Puy de la Chopine? Was hindert uns, die ganze

*) Welche Briefe bekanntlich erst 1809, im zweiten Theile seiner geognostischen Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien veröffentlicht wurden.

**) Damit sind die Domitkegel gemeint, von denen L. v. Buch damals glaubte, dass sie durch eine pyrogene Umbildung und Aufblähung des dortigen Granites entstanden seien.

[illegible]dere-Masse durch eben diese Veränderungs-Ursache in die Höhe gehoben zu denken, und daher die Neigung der Schichten vom Mittelpuncte der Erhebung zu leiten? Könnte nicht der ganze Circus eine Einstürzung sein? Solche Einstürzung ist nach vorhergegangener Erhebung des Berges um so eher begreiflich. In der That lassen sich auch Abstürze, wie die scharfen senkrechten Grate, welche den Circus umgeben, kaum auf eine andere Weise entstanden denken.«

Das sind schon die Grundgedanken der Theorie der Erhebungskratere, wie solche später Leopold v. Buch in seinem schönen Werke über die canarischen Inseln ausführlicher entwickelt und auf viele Vulcane und vulcanische Gebirge, insbesondere auf die Inseln Palma und Gran Canaria, auf den Pic von Tenerife, den Aetna, Vesuv, Santorin u. a. in Anwendung gebracht hat. In der That wurden dabei alle die schon im Jahre 1802 von ihm hervorgehobenen Momente zur Geltung gebracht, dass nämlich zwischen Erhebungskrateren und eigentlichen Vulcanen ein Unterschied gemacht werden müsse, dass die ersteren durch eine rings um eine gemeinschaftliche Axe vollzogene sehr gewaltsame Erhebung und Aufrichtung lange voraus gebildeter Ablagerungen zu erklären seien, worauf dann der mittlere Theil des so erhobenen Schichtensystems in sich zusammengestürzt und die grosse kraterähnliche Vertiefung gebildet worden sei, welche auf Palma in der dortigen 5000 Fuss tiefen Caldera, auf Gran Canaria in der Caldera de la Tiraxana vorliegt, u. s. w.

Die beiden grossen französischen Geologen Elie-de-Beaumont und Dufrénoy traten als die bedeutendsten Verfechter dieser Theorie auf, indem sie solche zuvörderst in einer gemeinschaftlich bearbeiteten Abhandlung*) für den Cantal und Mont-Dore geltend machten, in welcher auch die durch eine centrale Erhebung nothwendig bewirkte sternförmige Zersprengung (*étoilement*) des erhobenen Schichtensystems und die dadurch gebildeten, radial auslaufenden, oben weit klaffenden, nach unten immer enger werdenden Spalten, als die ersten Anlagen der Thalbildungen, in Betrachtung gezogen wurden. Später versuchte Elie-de-Beaumont, in einer ausführlichen Abhandlung über den Aetna, für den Hauptkörper dieses Vulcans, und Dufrénoy, in einer Abhandlung über die Vulcane der Gegend von Neapel, für den Monte Somma die Erhebungstheorie mit grosser Consequenz durchzuführen**).

In der sehr interessanten und lehrreichen Abhandlung über den Aetna hebt Elie-de-Beaumont als einen Hauptgrund für seine Ansicht die völlige Identität der Structur hervor, welche die stetig und parallel verlaufenden Lavaschichten des Val del Bove durchgängig und bei allen möglichen Neigungswinkeln zwischen 0° bis 27° erkennen lassen. Unter Berücksichtigung seiner aus der Untersuchung von 68 verschiedenen Lavaströmen erschlossenen Resultate über die Abhängigkeit ihrer Structur von dem Neigungswinkel des Ter-

*) Im zweiten Bande der *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, 1834, p. 223 ff.

**) Im vierten Bande derselben *Mémoires*, 1838, p. 1—226, und p. 227 ff.

rains, auf welchem sie geflossen sind, glaubt er mit Sicherheit folgern zu dürfen, dass die meist bis zu 27° geneigten Lavaschichten im Val del Bove ursprünglich in fast horizontaler oder doch nur sehr wenig geneigter Lage gebildet und erst durch eine spätere, gewaltige Erhebung in ihre gegenwärtige Lage versetzt wurden. Das ursprünglich fast horizontale, aus hundertfältigem Wechsel von Schlacken- und Tuffschichten und aus Lavabänken bestehende Schichtensystem mag vielleicht fast über der ganzeu Grundfläche des Aetna ausgebreitet gewesen sein, bevor es durch diesen, mit ungeheurer Kraft, plötzlich und mit einem Rucke vollzogenen Act der Erhebung gegen seinen Mittelpunct aufgerichtet wurde, worauf denn, durch Einsturz der erhobenen Ränder, der elliptische Circus des Val del Bove als ein unregelmässiger Erhebungskrater zur Ausbildung gelangte*).

Auf dieselben Kriterien gründete auch Dufrénoy seine Beweise für die Ansicht, dass der Monte Somma als ein Erhebungskrater zu betrachten sei; welche Ansicht er noch für mehre der kleineren Vulcane der phlegräischen Felder geltend zu machen suchte. Viele französische Geologen schlossen sich der Lehre Leopold v. Buch's an, nachdem solche von so bedeutenden Auctoritäten wie Elie-de-Beaumont und Dufrénoy vertreten worden war; während Cordier, Constant Prévost und Virlet sie energisch bekämpften**). Auch der ausgezeichnete teutsche Geolog Fr. Hoffmann war ihr anfangs zugethan; nachdem er aber die Vulcane der liparischen Inseln, den Vesuv und die phlegräischen Felder gesehen hatte, da erklärte er sich gegen sie***); dennoch fand die Lehre in Teutschland viele Anhänger.

Unter den englischen Geologen sind besonders Poulett Scrope und Lyell als entschiedene Gegner der Lehre von den Erhebungskrateren aufgetreten, und sie haben solche noch zuletzt, in den oben S. 383 angeführten Abhandlungen, mit so siegreichen Gründen bekämpft, dass wohl die meisten Anhänger derselben bekehrt worden sein dürften. Auch finden sich in den trefflichen Arbeiten von Hartung, W. Reiss, K. v. Fritsch, Stübel, v. Hochstetter und Junghuhn und in so manchen werthvollen Abhandlungen anderer teutschen Geologen einerseits zahllose Thatsachen aufgeführt, welche mit jener Lehre in Widerspruch stehen, anderseits aber gründliche Beweise dafür gegeben, dass die vulcanischen Gebirge, eben so wie die einfachen Vulcane, hauptsächlich durch successive Ablagerung von Schichten loser Auswürflinge und von Lavaströmen gebildet worden sind, und dass eine anderweite (verhältnissmässig nur geringe) Vergrösserung ihres Volumens und ihrer Höhe lediglich durch die im vorigen Paragraphen erläuterte allmälige Ausbildung von Lavagängen und intrusiven Lavalagern bewirkt worden sein kann. Dass es aber vulcanische Gebirge giebt, welche plötzlich und mit einem Rucke zu ihrer ganzen Höhe empor-

---

*) *Le cirque elliptique du Val del Bove présente donc tous les caractères d'un cratère de soulèvement irregulier.* A. a. O. *p.* 190.

**) Virlet verwarf sie anfangs ganz allgemein und liess sie später nur in gewissen Fällen als möglich gelten. *Bull. de la soc. géol., t. III, p.* 104 und *p.* 287 ff., dann *t. VI, p.* 220 ff.

***) Im *Bull. de la soc. géol., t. III, p.* 170 ff.

geschnellt, dabei radial gespalten und durch Einsturz ihrer mittleren Theile mit einem Erhebungskrater ausgestattet worden sind, diess ist eine Ansicht, welche wohl aufgegeben werden muss, ohne deshalb der Pietät gegen die berühmten Namen etwas zu vergeben, welche sie hervorgerufen und unterstützt haben.

Um nur noch einige Thatsachen anzuführen, mag erwähnt werden, dass nach Stübel auf den Inseln des grünen Vorgebirges bei Africa unter den Hunderten von Krateren nicht einer dem Begriffe eines Erhebungskraters entspricht. In Fogo wiederholt sich die Erscheinung von Somma und Vesuv; der sommaähnliche Wall, Serra genannt, ist 8000 Fuss und der thätige Kegel 8600 Fuss hoch, das zwischen beiden liegende Thal aber 2600 Fuss tief. Neues Jahrb. f. Min. 1863, S. 562.

K. v. Seebach konnte in Central-Amerika keinen einzigen Beweis für die Erhebungstheorie finden und erkannte alle dortigen Vulcane für Aufschüttungskegel, die sie umgebenden Calderen aber für theilweise eingestürzte Ueberreste von dergleichen. Ueber den Vulcan Izalco, Göttingen, 1865, S 20.

Dass auf der Insel Java kein einziger sogenannter Erhebungskrater existirt, diess hat Junghuhn gezeigt und wird von Emil Stöhr für den Gunung Tengger insbesondere bestätigt in seiner Schrift: Der Vulcan Tengger in Ost-Java, 1868, S. 12 f.

Da die Anhänger der Lehre von den Erhebungskrateren eines der wichtigsten Argumente für die Richtigkeit derselben in der regelmässigen Form und stetigen Ausdehnung, sowie in der krystallinischen und steinartigen (d. h. nicht schlackigen) Beschaffenheit der stark geneigten Lavabänke des Val del Bove und Monte Somma gefunden zu haben glaubten, so kam es den Gegnern dieser Lehre besonders darauf an, zu beweisen, dass unzweifelhafte Lavaströme, welche in stark geneigter Lage geflossen und erstarrt sind, gar häufig dieselben Eigenschaften besitzen und zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Die auf S. 383 citirte Abhandlung von Lyell beschäftigt sich ausführlich mit diesem Nachweise; auch P. Scrope legt ein besonderes Gewicht auf ihn, und in vielen neueren Werken über vulcanische Gegenden werden zahlreiche Beweise angeführt, welche es als eine unwiderlegliche Thatsache erscheinen lassen, dass wirkliche Lavaströme, auch bei starker Neigung, in Bezug auf jene Eigenschaften mit den Lavabänken des Val del Bove und Monte Somma übereinstimmen. Uebrigens hat Lyell gezeigt, dass diese Lavabänke im Val del Bove keineswegs immer als regelmässige und stetig ausgedehnte Parallelmassen ausgebildet sind, sondern sich oftmals nach beiden Seiten hin auskeilen, wohl auch in zwei oder mehre Trümer zerschlagen, und mit sehr auffallenden Mächtigkeitswechseln behaftet zeigen, so dass sie richtiger als pseudoparallele Bänke zu bezeichnen sind, wie dergleichen in jedem vulcanischen Gebirge so häufig angetroffen werden*).

Die Structur und die Form der erstarrten Lavaströme sind ja nicht blos abhängig von der Neigung des Terrains, auf welchem die Lava zur Erstarrung gelangte, sondern auch von den verschiedenen Graden der Temperatur und der Flüssigkeit, welche ihr an ihrer Eruptionsstelle und in ihrem weiterer Verlaufe

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, S. 210 f.

zukam, von den mancherlei Hindernissen, denen sie in ihrem Laufe begegnete, und von verschiedenen anderen zufälligen Umständen; sie sind also nicht bloss eine Function der Böschung *(une fonction de la pente)*. Die scharfsinnigen Untersuchungen, welche über das *regime des grands fleuves de matières fondues* angestellt worden sind, haben nur einen der Factoren berücksichtigt, welche bei der Beurtheilung jener Verhältnisse in Betrachtung kommen, und dürften daher für sich allein kaum maassgebend sein.

Nach Dana erkaltet die Lava des Mauna Loa so schnell, dass sie bisweilen auf Abhängen von 25° Neigung erstarrt. Auf Palma wie auf Madeira fand Lyell neue Laven, welche bei 15 bis 20° Neigung grossentheils eine steinartige Beschaffenheit zeigten, ohne doch seit ihrer Bildung eine Aenderung ihrer Lage erlitten zu haben. Scacchi fand einen im Jahre 1855, nahe am Kraterrande des Vesuv ausgetretenen Lavastrom auf dem 32° geneigten Abhange eben so compact, wie die am Fusse des Berges in der Ebene geflossenen Ströme. Am Piton, dem Gipfelkegel des Pic von Tenerife, fallen die aus festem Trachyte bestehenden Lavaströme unter 35 bis 40° den Abhang hinab, und 1700 Fuss unterhalb des Gipfels sah Piazzi Smyth einen 3 bis 7 Fuss mächtigen Strom von dunkelgrünem Obsidian auf einem unter 28° geneigten Terrain.

In den Umgebungen des Aetna hat Lyell viele Lavaströme mit starker Neigung beobachtet; so bei der Bastion del Tocco von Aci Reale einen 34 Fuss mächtigen Strom, welcher, bei 23 bis 29° Neigung, oben eine 12 Fuss, unten eine 2 Fuss mächtige Schlackenschicht zeigt, während seine mittlere, 20 Fuss mächtige Abtheilung aus einem compacten Dolerite mit vielen Labradorkrystallen und etwas Augit besteht. Ein Arm des Lavastroms vom Jahre 1689 stürzt sich mit 35° Neigung in die Schlucht Cava grande und zeigt eine 8 Fuss starke Schlackendecke, eine 3 Fuss starke Schlackensohle, zwischen beiden aber eine 5 Fuss mächtige Bank compacter steiniger Lava. Aus diesen und anderen ähnlichen Beispielen schliesst Lyell, dass Laven, welche bei 15 bis 40° Neigung erstarren, aus einer Schlackendecke, einer Schlackensohle und einer mittleren compacten Gesteinsbank bestehen, sowie dass die mit steiler Neigung erstarrten Ströme gewöhnlich eine grössere Ebenheit und einen genaueren Parallelismus dieser verschiedenen Bänke zeigen, als diejenigen, welche bei geringerer Neigung erstarrt sind*).

Poulett Scrope bemerkt noch, dass viele Laven der erloschenen Vulcane Centralfrankreichs, wie z. B. jene des Puy de la Nugère, des Pariou, des Gravenoire, des Denise bei le Puy, stellenweise unter Neigungswinkeln von 10 bis 30° als mächtige Gesteinslager erstarrt sind, und dass ähnliche Verhältnisse von Darwin auf den Galapagos-Inseln, von Junghuhn auf Java, von Bory de Saint Vincent auf der Insel Bourbon beobachtet worden sind**). Es würde überflüssig sein, noch mehre Beispiele anzuführen, dergleichen ja in allen neueren Beschreibungen vulcanischer Berge und Gebirge in Menge geboten werden; nur mag noch erwähnt werden, dass manche Lavaströme sogar da, wo sie über schroffe Abstürze des Terrains förmliche Cascaden bildeten, in diesem ihren Falle zusammenhängende Massen darstellen. So fällt bei Fasnia auf Tenerife ein Strom grauer tephritischer Lava wie ein Vorhang über den schwarzen Säulenbasalt herab; auf Hawaii aber bei Honounou findet sich nach Ellis und Anderson ein Strom, welcher, gleich einem gefrornen Wasserfalle erstarrt, die Felsenwand, über welche er herabstürzte, gar nicht be-

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, S. 192.

**) *Mémoire sur le mode de formation des cones volcaniques*, p. 34.

rührt, so dass man zwischen ihr und dem vorhangartig darüber hängenden Lavastrome hindurchgehen kann *).

In Betreff der angeblichen sternförmigen Zersprengung *(l'étoilement)* der mit Erhebungskrateren versehenen vulcanischen Gebirge macht P. Scrope aufmerksam darauf, dass wohl keine Behauptung für die Theorie dieser Kratere fataler sein könne, als gerade diese. Lyell und Constant Prévost hätten es schon lange hervorgehoben, dass die vom Mittelpuncte solcher Gebirge ausstrahlenden Schluchten und Thäler oder Barrancos, welche den präformirten radialen Spalten entsprechen sollen, keinesweges nach oben am weitesten sind, auch nur selten den Kraterrand erreichen und durchschneiden, wie solches doch immer der Fall sein müsste, wenn wirklich eine centrale Emportreibung und sternförmige Zersprengung des ursprünglich fast horizontal gebildeten Schichtensystems Statt gefunden hätte.

Virlet, welcher für die so gebildeten Fracturen den Namen *vallées d'écartement* vorschlug, bemerkte sehr richtig**), dass sie doch ihren ursprünglichen Charakter nicht gänzlich verlieren konnten, wenn sie auch später durch die Erosion bedeutend verändert wurden, dass also ihre grösste Tiefe und Weite nach dem Mittelpuncte zu liegen müsse, auch dass die Zahl derselben wohl nicht geringer als drei oder vier sein könne, was allerdings ganz plausibel erscheint. Nun zeigen aber gerade die ausgezeichnetsten Beispiele von sogenannten Erhebungskrateren, als welche die Caldera von Palma, der Curral auf Madeira und die Caldera von Tiraxana auf Gran Canaria angeführt zu werden pflegen, nur einen Barranco, welcher vielleicht als ein solches Spaltenthal gedeutet werden könnte, nämlich Palma den Barranco de las Angustias, Madeira die Ribeira dos Soccoridos und Gran Canaria den Barranco von Tiraxana. Ganz abgesehen also von den übrigen orographischen Verhältnissen, welche Hartung sowohl für den Curral, wie auch für die Caldera von Tiraxana als ganz unverträglich mit der Ansicht hervorhebt, dass diese beiden Thalkessel Erhebungskratere seien, spricht schon das Vorhandensein nur eines wirklichen Barrancos, als präsumtiven Spaltenthales, ganz entschieden gegen dieselbe Ansicht. Denn alle die übrigen, auf der Aussenseite dieser Calderen radial verlaufenden Thäler sind so unzweifelhaft das Werk der Erosion, dass der Gedanke gar nicht aufkommen kann, sie gleichfalls als ursprüngliche Spaltungsthäler zu deuten.

Was nun endlich die Ausbildung dieser Thalkessel oder Calderen, als grosser Einstürzungsthäler in der Mitte der, durch eine plötzliche Emportreibung sternförmig auseinander gesprengten Gebirgsmassen betrifft, so werden wir freilich, nachdem eine derartige Emportreibung als unmöglich erkannt worden ist, solcher Deutung entsagen, und uns nach anderen Erklärungen umsehen müssen. Reiss hat es in seiner trefflichen Schrift über die

---

*) K. v. Fritsch und Reiss, Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 106 u. 128.

**) In seinem *Examen de la théorie des cratères de soulèvement* im *Bull. de la soc. géol.*, t. *III*, 1832, p. 287 ff.

Diabas- und Laven-Formation der Insel Palma (S. 54 bis 59) sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Caldera dieser Insel sammt dem Barranco als das **Werk** der Erosion durch die atmosphärischen Gewässer zu betrachten ist, ohne jedoch den Gedanken ganz auszuschliessen, dass möglicherweise die Bildung eines Explosionskraters vorausgegangen sei. Dieselbe Erklärung ist noch ausführlicher von Hartung in seinem Werke über die Erhebungskratere gegeben worden, dessen erster Abschnitt (S. 1 bis 28) sich mit der Frage nach der Bildung der Caldera von Palma beschäftigt.

Lyell bezweifelt zwar nicht, dass die erosive Wirkung der Regengüsse und Bäche, unterstützt durch Erdbeben, im Laufe der Zeiten ein so weites Thal wie diese Calderen bilden könne, glaubt aber doch, dass anfangs ein wirklicher Krater vorhanden war, welcher durch Explosion erweitert wurde, und dann durch die langwierige Wirkung der Gewässer zu seiner gegenwärtigen Form und Tiefe gelangte. Ob diese letztere Wirkung nur durch die Fallthätigkeit des fliessenden Wassers, oder auch durch den Wellenschlag und die Brandung des Meeres verursacht wurde, diese Frage lässt der grosse englische Geolog gegenwärtig unentschieden *).

Poulett Scrope erklärte sich dahin, dass wohl nicht die erste Bildung, sondern nur die grössere Ausweitung und Vertiefung der Caldera als das Werk der Erosion oder Denudation zu betrachten sei. Die bedeutende Grösse derselben könne kein Argument für eine solche Bildung liefern, und ihre erste Entstehung sei wohl auf die Ausbildung eines Explosionskraters zurückzuführen. Der Vesuv habe im Jahre 1822 durch heftige, 20 Tage lang unaufhörlich fortwirkende Explosionen seinen Krater bis zu einem Durchmesser von einer englischen Meile und einer Tiefe von mehr als 1000 Fuss vergrössert; der ehemalige Sommakrater sei dreimal weiter gewesen; warum sollte ihn also nicht die fürchterliche Eruption vom Jahre 79 hervorgebracht haben? Dann aber sei kein Grund vorhanden, die ähnliche Bildung der grossen Kratere von Palma, Santorin und anderen Inseln zu bezweifeln. Die Schuttmassen fehlen, weil sie grösstentheils zu Asche zerstiebt und fortgeführt wurden, gerade so, wie es bei

*) *Elements of Geology*, 6. *ed.* 1865, *p.* 634. Früher hatte er sich für die Wirkung des Meeres erklärt, indem er, unter Voraussetzung einer ehemaligen theilweisen Submersion der Insel Palma, annahm, dass die Caldera während der allmäligen Emersion durch die fortdauernde Arbeit des am tiefsten Puncte des Kraterrandes ein- und ausfluthenden Meeres gebildet wurde. In demselben Maasse, in welchem die Insel allmälig aus dem Meere emporstieg, musste durch diese beständige Wirkung des fluthenden und brandenden Meeres die anfängliche Kraterscharte zu einer Schlucht, und endlich weiter hinaus zu einem tiefen Thale ausgerissen werden, während gleichzeitig die centrale Höhlung immer mehr ausgeweitet wurde. So erklärte sich die 5000 Fuss tiefe Caldera der Insel Palma, und der aus ihr bis an die jetzige Meeresküste reichende Barranco de las Angustias; und ebenso konnten sich, nach seiner damaligen Ansicht, die ähnlichen auf anderen vulcanischen Inseln nachgewiesenen grossen centralen Kesselthäler erklären, welche durch ein einziges, radial auslaufendes Thal mit dem Meere in Verbindung stehen. *Quarterly Journ. of the geol. soc. vol. VI*, 1850, *p.* 207 ff.

jer Eruption des Vesuv der Fall war, wo sie den äusseren Abhang des Berges ur um zwei Fuss verstärkt hatten*).

Und so dürften denn manche Calderen ihrer ersten Anlage nach als Explosionskratere gebildet, dann aber durch die Erosion der Gewässer erweitert und vertieft worden sein, wie diess auch Hartung von den grossen Krateren der Azoren annimmt**), während andere wohl anders zu erklären sind.

Wir glauben diesen Paragraphen mit folgender Bemerkung von Virlet beschliessen zu können: *La polémique si animée, que la question des cratères de soulèvement a suscitée, n'aura pas été sans utilité réelle; car elle a surtout fait sentir la nécessité d'observations plus exactes et plus rigoureuses que celles, qu'on a généralement eu l'habitude de faire jusqu'ici, et elle nous a fait connaître en outre un grand nombre de faits nouveaux très importans pour la science. Bull. de la soc. géol. t. VI, 1834, p. 222.*

## §. 506. *Lavaströme, die auf der jetzigen Erdoberfläche geflossen sind.*

Die gewöhnlichste und die am meisten in die Augen fallende Lagerungsform r Lava ist die in freien, unbedeckten, unmittelbar auf der Erdoberäche abgelagerten Strömen. Diese Ströme kommen zwar mit sehr verhiedenen Formen und Dimensionen vor, besitzen aber die allgemeinen Eigenhaften, dass sie sich von ihrem Ausbruchspuncte aus mit mehr oder weniger deutendem Gefälle in tiefere Gegenden hinabziehen, dass sie eine vorherrhende Längen-Dimension und eine schlackige Aussenfläche haben. Ihre eite und Höhe, ihre Gesteinsbeschaffenheit und Structur hängen zwar von ancherlei verschiedenen Umständen, besonders aber von den jedesmaligen igungs-Verhältnissen desjenigen Terrains ab, auf welchem sie herabgeflossen nd, weshalb denn diese Eigenschaften an verschiedenen Stellen eines und sselben Stromes sehr verschiedentlich ausgebildet sein können.

Auf steil geneigtem Grunde erscheinen die Lavaströme nach Elie-de-eaumont gar häufig als schmale, nur einige Fuss hohe Streifen von über einnder gehäuften Schlackenstücken, welche beiderseits von einem höheren, allähnlichen, nach aussen steil abfallenden Schlackenrande eingefasst werden. ergleichen Ablagerungen sind eigentlich nur die schlackigen Rückstände der sch abgelaufenen Lava. — Auf minder geneigtem Grunde sind die Ströme chon breiter und mächtiger, aber noch im hohen Grade schlackig auf ihrer berfläche; grosse und kleine Schlackenschollen liegen wild durch einander eworfen, eine starrt über die andere heraus, viele lehnen oder stämmen sich, ft in verticaler Stellung, an einander und thürmen sich zu schroffen Hügeln der Felsenkämmen auf; das sind die eigentlichen *cheires* der Auvergnaten, die *sciarre* der Sicilianer, deren Oberfläche man mit der jener Eisdämme verglichen hat, wie sie die Flüsse bei dem Eisgange zu bilden pflegen. Unter dieser Schlackendecke liegt die Lava als eine zusammenhängende Masse von äusserst

*) *Quarterly Journ. of the geol. soc. vol. XII, p.* 329.

**) Die Azoren, von Georg Hartung, S. 341 ff.

wechselnder Mächtigkeit, daher mit regellos auf- und abwärts gebogener Oberfläche, welche stellenweise zu abenteuerlichen und phantastischen Formen aufgebläht und aufgerichtet, oft aber mit langen, canalartigen Furchen versehen ist, die bald geradlinig und parallel in der Richtung des Stromes fortlaufen, bald gewunden sind. Das Gestein ist auch hier noch mehr oder weniger blasig, doch in der Mitte weniger als gegen die Oberfläche und Unterfläche, welche letztere oft eben so schlackig und fragmentar erscheint, wie die erstere. Höhlen und schlottenähnliche Räume ziehen sich oft weit fort, an ihren Wänden mit glasirten Lavastalaktiten von den seltsamsten Formen versehen. — Wo sich endlich die Lavaströme auf sehr wenig geneigtem oder fast horizontalem Grunde ausbreiten, da ist ihre Oberfläche minder schlackig, da bilden sie bisweilen horizontal ausgebreitete Decken von steinartiger Consistenz, welche ganz an die Basalt- und Trachytdecken erinnern.

Dass diese, von Elie-de-Beaumont an zahlreichen Lavaströmen durch genaue Messungen ihrer Neigungs-Verhältnisse erkannten Verschiedenheiten der Ausbildung nicht allgemein giltig sein können, weil die Form und Structur der Lavaströme auch von der verschiedenen materiellen Zusammensetzung der Lava, von den verschiedenen und während ihres Fortlaufes veränderlichen Graden ihrer Temperatur und Flüssigkeit, von der Stärke des Nachflusses und von anderen Umständen abhängig gewesen sind, diess wurde bereits im §. 504 hervorgehoben. Daher finden sich auch viele Lavaströme auf steil geneigtem Grunde, welche, obgleich schlackig an ihrer Oberfläche und Unterfläche, dennoch in ihrer Mitte zu einer steinartigen und krystallinischen Masse erstarrt sind, während manche, auf wenig geneigtem Grunde erstarrte Ströme den Charakter der *Cheires* in sehr auffallender Weise zeigen, u. s. w.

Hartung schildert die verschiedene Erscheinungsweise der Lavaströme der Azoren, je nachdem solche aus basaltischen, trachytischen oder trachydoleritischen Gesteinen bestehen, wie folgt*).

Die basaltischen Laven zeigen eine entschiedene Neigung, sich in dünnen Schichten auszubreiten; und wo sie zu mächtigen Lagern erstarrten, da wurden sie gewöhnlich in Vertiefungen oder durch vorliegende Hindernisse angestaut. Die Oberfläche der Ströme ist tauartig gekräuselt, oder mit wild über einander liegenden Schlackenmassen bedeckt; das Innere ist bei den dünnen Lavabänken vorzugsweise blasig oder porös, bei den mächtigeren compact; doch erleidet diese Regel manche Ausnahmen. Eine Tendenz zu säulenförmiger Absonderung giebt sich bei ihnen am häufigsten zu erkennen, obgleich eine schöne und regelmässige Säulenbildung auf den Azoren nicht vorkommt.

Die trachytischen Laven dagegen verrathen eine entschiedene Neigung, unfern ihres Eruptionspunctes in gewaltigen, unförmlichen Massen, in Kuppen oder mächtigen Rücken zu erstarren, obgleich sie sich auch bisweilen zu dünnen Lavabänken ausbreiten. Ihrer Oberfläche fehlt die Schlackenbildung und tauartige Kräuselung, welche nur bisweilen durch eine bimssteinartige Aufblähung des Gesteines ersetzt wird; die mächtigen Trachytlaven sind entweder ganz compact, oder durchaus porös, oder auch theilweise mit kleineren und grösseren Cavitäten erfüllt.

---

* Die Azoren u. s. w. S. 321 und 322, auch S. 208 ff., sowie Geol. Beschr. der Inseln Madeira und Porto Santo, S. 47.

Eine eigentliche säulenförmige Absonderung kommt nicht vor, wohl aber eine senkrechte Zerklüftung.

Die trachydoleritischen Laven halten, wie in ihrer petrographischen Beschaffenheit, so auch in Bezug auf ihre Form und Structur die Mitte zwischen den basaltischen und trachytischen Laven. Viele derselben erscheinen daher in ausgebreiteten Strömen mit gekräuselter Oberfläche, während andere in mächtigen Massen, zum Theil auf 10 bis 11° geneigten Abhängen erstarrt sind.

Aehnliche Verschiedenheiten geben sich auch auf den Inseln Madeira und Porto Santo zu erkennen, wo die trachytischen Laven domförmige, wie aus einem Gusse entstandene Kuppen, wulstförmige oder halbcylindrische Ströme, aber auch Lager bilden, welche dort zuweilen eine säulenförmige Absonderung zeigen; wogegen die basaltischen und trachydoleritischen Laven meist in dünneren Bänken, seltener in 20 bis 100 Fuss und darüber mächtigen Lagern auftreten, welche letztere mit einer meist unregelmässigen Säulenbildung versehen sind, während ausserdem eine plattenförmige, zum Theil fast dickschieferige, besonders häufig aber eine kugelige Absonderung zu beobachten ist*).

Auch auf Tenerife treten die trachytischen und phonolithischen Laven des Teyde-Gebirges meist in sehr mächtigen, 30 bis 100 und mehre Meter dicken Strömen von verhältnissmässig kurzer Längen-Erstreckung auf, wie ja diese Ausbildungsform der feldspathreichen Laven schon lange von Poulett Scrope erkannt und beschrieben worden ist; doch kommen auch dort minder mächtige und flach ausgebreitete Ströme vor**).

Man ersieht hieraus, welchen wesentlichen Einfluss die materielle Beschaffenheit der Laven auf die Form und Structur ihrer Ströme und sonstigen Ablagerungen ausübt.

Die oben erwähnten canalähnlichen Furchen auf der Oberfläche der Ströme sind eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung. Der furchtbar rauhe Lavastrom des Aetna, welcher sich im Jahre 1819 im Val del Bove ergoss, zeigte nach Hoffmann nicht nur zahlreiche, bis 15 und 20 Fuss tiefe Längsfurchen, sondern auch in seiner Medianlinie einen Canal mit glatten Seitenwänden, in welchem die Lava später nachgeflossen ist. An dem grossen, äusserst schlackigen Lavastrome des Hekla vom Jahre 1845 beobachtete Des-Cloizeaux parallele Längsfurchen, welche oft 5 bis 6 Meter Tiefe erreichten. Die Canäle, welche auf der Insel Palma, zwischen Levanda und Fuencaliente, die jüngsten Ströme mit beinahe senkrechten, glatt geriebenen Wänden durchziehen, sind nach Hartung meist 10 bis 15 Fuss tief, 15 bis 25 Schritt breit und mit dünn plattenförmiger steiniger Lava ausgekleidet. Auf Madeira sind dergleichen Canäle mehrorts zu beobachten; unter anderen findet sich ein solcher auf dem sehr rauhen, mit allen Eigenschaften einer Cheire ausgebildeten Strome bei Porto Moniz, von welchem Lyell nach einer Zeichnung Hartungs ein Bild mitgetheilt hat***). Bei Villaflor auf Palma finden sich nach Reiss auf einem ganz neuen Strome einer hornblendreichen Lava viele Canäle in allen möglichen Stadien der Ausbildung, und scheint es fast, als ob sich dieselben in steil geneigten Strömen leichter ausbildeten, als in flach liegenden Laven; denn dieser

*) Hartung, Madeira und Porto Santo, S. 46 bis 51.

**) K. v. Fritsch und Reiss, Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 208 f.

***) In *Elements of Geology*, 6. ed., p. 640.

Strom hat eine allgemeine Neigung von 12 bis 15°, welche sich stellenweise bis zu 20 und 28° steigert.

Was die Lavahöhlen und Lavagrotten betrifft, so gehören sie gleichfalls zu den nicht seltenen Vorkommnissen. Auf Island finden sich sehr ausgezeichnete Beispiele, welche von Sartorius v. Waltershausen, sowie von Zirkel beschrieben worden sind. Der Vulcan la Corona, bei Haria auf der Insel Lanzarote, sendete nach Südosten einen Lavastrom aus, welcher bis an das Meer geflossen ist. Derselbe zeigt auf seiner Oberfläche eine Reihe rundlicher Kessel, deren grösster, die Cueva de los Verdes, auf seiner nordwestlichen Seite in eine 40 Fuss breite und noch höhere, sehr lang gestreckte Höhle verläuft, deren Wände aus schlackiger Lava bestehen, nach unten aber mit schaliger Lava bekleidet sind; im Boden lassen rundliche Oeffnungen eine untere Höhle erkennen, welche eine noch tiefere dritte Höhle bedeckt*). Bei Icod de los Vinos auf Tenerife liegt ein an Labradorkrystallen sehr reicher doleritischer Lavastrom, welcher eine langgestreckte, vielfach verzweigte Höhle umschliesst, die sich abwärts bis an das Meer verfolgen lässt und von einem Bächlein durchrieselt wird; von dem gewölbten Dache hängen hier und da kleine Lavastalaktiten herab; im unteren Theile übersteigt die grösste Höhe nirgends 6 Meter**). Bei Ponte delgada auf der azorischen Insel S. Miguel finden sich in basaltischen und doleritischen Lavaströmen mehre Höhlen, welche zum Theil schon früher von Webster, neuerdings aber von Hartung beschrieben worden sind. Eine derselben erstreckt sich 810 Fuss weit gegen die Küste, wobei sich auf halbem Wege ein Seitenarm abzweigt; ihre Breite schwankt zwischen 15 und 26 Fuss, die gewölbte Decke liegt 6 bis 12 Fuss hoch über dem Boden, und die Seitenwände sind bis zu 4 und 5 Fuss Höhe mit senkrechten Lavaplatten getäfelt. Auf der zu demselben Archipelagus gehörigen Insel Pico kommt bei Porto do Cachorro in einem basaltischen Lavastrome eine Höhle vor, welche anfangs 20 bis 30 Fuss breit und wohl eben so hoch ist, weiterhin einen sackartigen Seitenarm abgiebt, während sie sich selbst dermaassen verengert, dass man nur auf Händen und Füssen durchkriechen kann; bevor man ihr Ende erreicht, geht ein zweiter Seitenarm ab, welcher sich etwas weiter ausdehnt und da, wo er sackartig geschlossen ist, eigenthümliche Stalaktiten sowie Stalagmiten von Lava enthält. Auch auf Madeira kennt man dergleichen Höhlen, von welchen eine, im oberen Theile des Thales von Machico von Hartung, eine andere bei S. Vicente von Reiss beschrieben worden ist***).

Dass sich die Lavaströme oftmals in mehre Arme theilen, welche weiterhin bald sich wieder vereinigten, bald selbständig fortgeflossen sind, dass sie ferner auf sanft geneigtem oder fast horizontalem Terrain eine grosse Breiten-Ausdehnung gewinnen können, während sie in engen Thälern und Schluchten eine bedeutende Verschmälerung und wohl auch Aufstauung erleiden,

---

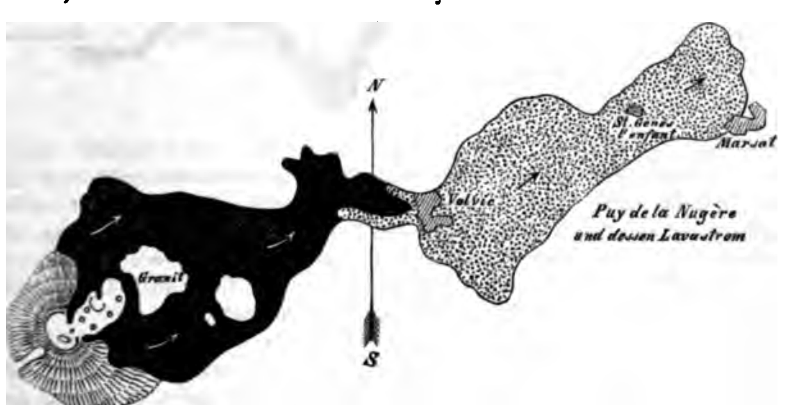
*) Hartung, die geol. Verhältnisse der Inseln Lanzarote etc., S. 81 f.

**) Reiss und K. v. Fritsch, Geol. Beschr. der Insel Tenerife, S. 110 f.

***) Hartung, die Azoren etc. S. 185 und 261; auch Geol. Beschr. von Madeira, S. 55 f.

dass endlich sehr **zähflüssige** Laven, wie namentlich jene von trachytischer Natur, oft in sehr **mächtigen** und **kurzen** Strömen geflossen und erstarrt sind, während die **dünnflüssigen**, zu denen viele basaltische Laven gehören, minder **mächtige**, aber **weit** fortsetzende Ströme lieferten; diess Alles folgt nothwendig aus der Natur des feuerflüssigen Materiales, als welches ja ein jeder noch im Fortströmen begriffene Lavastrom zu betrachten ist, wenn er sich auch an seiner Oberfläche bereits mit einer Schlackenkruste bedeckt hat. Manche sehr zähflüssige Laven unterlagen während ihrer Erstarrung einer fortwährenden **Zertrümmerung** der bereits erstarrten Massen, so dass ihre Ströme als mehr oder weniger langgestreckte Wälle von wild über einander gestürzten Blöcken erscheinen, und eine förmliche **Blocklava**, oder auch eine sehr grossstückige **Breccie** darstellen, wenn die gebildeten Fragmente von dem noch flüssigen Materiale umhüllt und eingeschlossen wurden.

Um unsern Lesern wenigstens ein paar Beispiele von der verschiedenen Form der Lavaströme anschaulich vorzuführen, dazu mögen die folgenden zwei, von Lecoq entlehnten Bilder dienen, deren erstes sich auf den Lavastrom des Puy de la Nugère bei Volvic, das zweite auf den Strom des Puy Pariou bei Clermont bezieht.

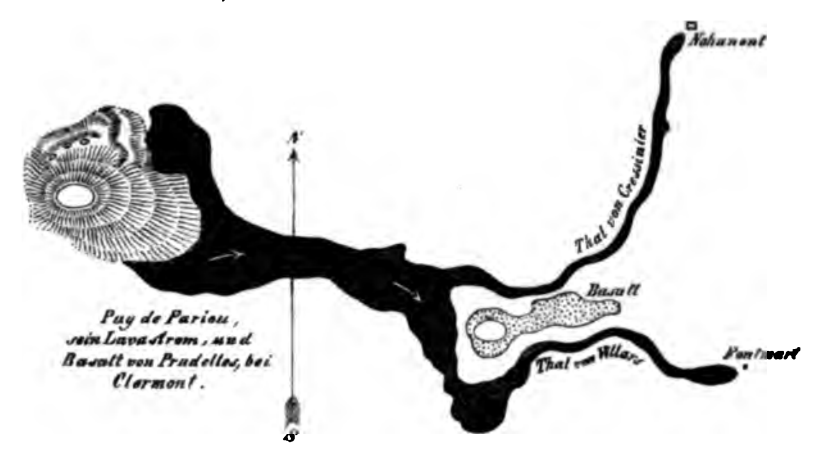



Der vom Puy de la Nugère gelieferte Strom besteht aus einer grauen, feinkörnigen, feldspathreichen Lava, welche Leopold v. Buch für geschmolzenen Domit hielt. Der Strom entsprang an zwei Puncten auf der Nordostseite des Berges, breitete sich auf dem Granitplateau zu einem weiten Lavafelde aus, wobei er ein paar vorliegende Granithügel umfloss, die nun wie Inseln aus ihm hervorragen, verschmälerte sich dann und erreichte etwa 4 Kilometer von seinem Ursprunge, unmittelbar vor der Stadt Volvic, sein Ende. Diese Lava, welche als Bau- und Haustein vortrefflich zu benutzen ist, wird in vielen Steinbrüchen gewonnen und weithin verführt. In Volvic tritt **unter** diesem Strome ein **zweiter** Strom von basaltischer Lava hervor, welcher vielleicht von dem nahe bei Volvic liegenden Puy de Bannière stammt; derselbe ist mit bedeutender Breite bis nach Marsat geflossen, und scheint aus zwei Etagen (vielleicht zwei successiven Strömen) zu bestehen, deren obere bei St. Genès zu Ende geht. Am unteren Ende, sowohl bei Volvic, als auch bei St. Genès und Marsat, brechen reiche Wassermassen unter den Strömen hervor*).

---

*) Diess ist eine bei den in Thälern geflossenen Lavaströmen sehr gewöhnliche und leicht begreifliche Erscheinung, weshalb auch sehr viele Ortschaften in der Auvergne am un-

Der Lavastrom des schönen Puy de Pariou entsprang an der Nord- und Nordwestseite des Berges, in dem Atrio, welches zwischen ihm und einem äusseren halbmondförmigen Schlackenwalle enthalten ist, wo ein in hor. 8 gangförmig quer hindurchsetzender Felsenkamm von Lava den höchsten Eruptionspunct zu bezeichnen scheint. Nach seinem Austritte aus dem Atrio floss er anfangs mit bedeutender Breite und einer mittleren Höhe von etwa 10 Metern auf dem Granitplateau, wo er alle Eigenschaften einer Cheire entfaltet, theilte sich dann am Rande des Plateaus in zwei Arme, von denen der südliche in das Thal von Villars bis nach der



Puy de Pariou, sein Lavastrom, und d. Basalt von Pradelles, bei Clermont.

Villa Fontmort bei Clermont, der nördliche in das Thal von Cressinier über Durtol bis nach Nohanent geflossen ist. Da beide Thäler grossentheils sehr eng sind, so erscheinen beide diese Arme des Stromes sehr schmal. Fontmort liegt 7800, und Nohanent fast 8200 Meter vom Fusse des Puy de Pariou, weshalb denn die Lava nach beiden Richtungen über eine teutsche Meile weit geflossen ist. Am unteren Ende beider Ströme fliessen reiche Wassermassen zu Tage aus. Lecoq berechnet die Masse des ganzen Stromes auf 33 Millionen Cubikmeter.

Ströme von Blocklava oder Lavatrümmerströme beobachtete Alex. v. Humboldt an einigen Vulcanen in Quito. Am östlichen Abhange des Cotopaxi ziehen sie sich gegen den Rio negro hinab und bestehen aus 6 bis 8 Fuss grossen, theils eckigen, theils abgerundeten Blöcken. Am südwestlichen und nördlichen Abhange des Antisana beginnen ein paar schmale Züge von Blocklava, welche sich, bei etwa 200 Fuss Höhe, über 12,000 Fuss weit verfolgen lassen; zwei andere auf dem östlichen Abhange entspringen aus ein paar kleinen Seen, ehemaligen Krateren. Aehnliche Ströme beschreibt Junghuhn von der Insel Java, wo sich im Jahre 1837 am Gunung Merapi, und im Jahre 1847 am Gunung Lamongang Ströme herabwälzten, welche aus glühenden, über einander rollenden Lavablöcken bestanden; ein eben solcher Strom brach im Jahre 1840 auf der Insel Ternate aus dem Gunung Gama-Lama hervor. Auch die neuesten Eruptionen bei Santorin haben mächtige Ablagerungen von Blocklava geliefert. — Breccienartige Lavaströme von trachytischer Natur werden aus dem Cantal und Mont-Dore erwähnt.

Begegnet ein Lavastrom in seinem Wege einer aufsteigenden Terrainform, so staut er sich vor derselben oft zu bedeutender Mächtigkeit auf. War diese Form ein mit einem Krater versehener Schlackenberg, so wurde

---

teren Ende von Lavaströmen gegründet worden sind, wo ihnen eine Fülle des reinsten frischen Wassers geboten war.

derselbe entweder einseitig oder auch allseitig von der Lava umflossen, ja, wenn er niedrig war, wohl auch gänzlich unter der Lava begraben, oder, wenn sein Krater an einer Stelle geöffnet war, wenigstens in seinem Krater ausgefüllt. Nicht selten ist die Lava an einem und demselben Vulcane gleichzeitig aus zweien oder mehren Eruptionsschlünden hervorgebrochen, in welchem Falle mehre gleichartige Ströme unterschieden werden können, welche bald selbständig ihren Weg verfolgt haben, bald weiterhin sich zu einem gemeinschaftlichen grossen Lavafelde vereinigten. Bisweilen kann man noch die aus dem Eruptionsschlunde zuletzt hervorgetretene Lava, gleichsam den Anfang des Stromes, unmittelbar aus diesem Schlunde heraufsteigend im erstarrten Zustande beobachten.

Bei Santa Cruz, an der Ostküste der Insel Palma, ragt der mit einem grossen Krater versehene Tuffkegel San Pedro etwa 1000 Fuss hoch auf; seine östliche, dem Meere zugewendete Hälfte fehlt jedoch. Vor diesem Kegel stauten sich die von Westen herabgeflossenen Laven fast bis zu seinem Gipfel auf, flossen dann an seinem nördlichen Abhange weiter, umgingen die nordöstliche Spitze desselben und gelangten so in das Innere des Kraters, wo sie sich bis zur Höhe von einigen hundert Fuss in fast horizontalen Bänken anhäuften und das Meer zurückdrängten. — Weiter nach Süden, bei Brenna Baxa, liegen viele Eruptionskegel ganz nahe bei einander; die von der Höhe herabgekommenen Lavaströme haben sich hinter denselben gestaut oder zwischen ihnen hindurchgedrängt; ja, manche dieser Kegel sind an ihrer Rückseite von der Lava gänzlich bedeckt worden, so dass nur noch ihr hoher Abfall gegen die See hin sichtbar ist*). — Auf Madeira kommen Ueberreste von begrabenen Schlackenkegeln ziemlich häufig vor; Hartung beschreibt dergleichen von der Mündung des Thales von Boaventura, aus der Schlucht der Ribeira Brava und aus dem Curral. Ebenso finden sie sich auf Lanzarote, wo sie zum Theil als liegende Stöcke von Schlacken erscheinen, welche dem Systeme der Basaltlager eingeschaltet sind. Ueberhaupt konnte Hartung auf dieser Insel die Bedeckung der Schlackenkegel in den verschiedensten Abstufungen beobachten; während die Laven an einigen derselben nur den unteren Abhang umflossen, reichen sie bei anderen bis zum oberen Rande hinauf, und haben sie noch andere vollständig begraben. Dieselben Erscheinungen wiederholen sich auf den azorischen Inseln Terceira und Faial**).

Dass bei den noch thätigen Vulcanen die hervorbrechende flüssige Lava oftmals ohne Gefahr unmittelbar an ihrem Eruptionsschlunde beobachtet werden kann, diess ist bekannt. Aber auch an den Strömen längst erloschener Vulcane lässt sich gleichsam ihr letztes Hervorquellen aus dem Krater zuweilen noch recht deutlich erkennen. Der am Fusse des Puy de la Nugère liegende kleine Schlackenkegel Puy de la Louve besitzt einen nach Nordosten geöffneten Krater, aus welchem ein kleiner Lavastrom bogenförmig heraufsteigt; der Contrast zwischen den rothen Schlacken und dem grauen Lavafelsen ist sehr auffallend. Sehr schön ist dieselbe Erscheinung an dem prächtigen, in seiner südwestlichen Hälfte zerstörten, daher halbkesselförmig erscheinenden Krater des Vulcans Lassolas, unweit Randanne, zu beobachten; aus der Tiefe des Kratertrichters ist der Lavastrom ausgebrochen, dessen zuletzt hervorgepresstes Material einen kleinen emporstrebenden Hügel bildet, von welchem aus sich die Lava anfangs sehr steil hinabsenkt, während sie

*) Reiss, die Diabas- und Laven-Formation der Insel Palma, S. 28 und 35.

**) Hartung, Lanzarote und Fuertaventura, S. 93; Madeira und Porto Santo, S. 106; die Azoren, S. 204 und 274.

weiterhin mit geringer Neigung neben dem vom Fusse des Mercoeur herabkommenden, etwas älteren, aber weit höheren Strome fortgeflossen ist. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich, wenn auch minder deutlich, in dem nahe dabei aufragenden Puy de la Vache und in vielen anderen Vulcanen der Auvergne.

Da die Lavaströme sehr häufig dem Laufe von Schluchten und Thälern gefolgt, mitunter aber auch quer durch Thäler geflossen sind, so haben sie bisweilen das Thalwasser zu einem See aufgedämmt, übrigens aber oftmals partielle Zerstörungen, Auswaschungen und Abtragungen erlitten, durch welche ihre Structur deutlich aufgeschlossen worden ist. Dasselbe war der Fall, wenn sie bis an die Meeresküste reichen, wo sie von der Brandung in Angriff genommen und theilweise demolirt worden sind. Da ist denn häufig eine prismatische oder säulenförmige Absonderung zu beobachten, welche namentlich an manchen Strömen basaltischer Lava so schön und regelmässig ausgebildet vorkommt, wie an den älteren Basalten.

Ein sehr schönes Beispiel der Aufdämmung eines Baches zu einem See liefert der grosse Lavastrom, welcher, ausgehend von den Vulcanen Lassolas und Puy de la Vache, unterhalb Aydat quer in das dortige Thal eintrat, dasselbe in seiner ganzen Breite erfüllte, und dann in demselben Thale seinen weiteren Verlauf genommen hat; das Thalwasser ist durch den mächtigen Lavadamm zu einem schönen See aufgestaut worden, welcher bis nahe vor Aydat reicht. — Die säulenförmige Absonderung ist unter anderen an den basaltischen Lavaströmen des Velay und Vivarais in grosser Schönheit zu beobachten; oft in der Weise, dass der untere Theil des Stromes in lauter grössere, verticale Prismen getheilt ist, während der obere Theil kleinere, bündelweise nach den verschiedensten Richtungen liegende und bisweilen gekrümmte Säulen zeigt.

Bisweilen haben sich zwei oder noch mehre Ströme nach einander in derselben Richtung ergossen, wodurch denn zusammengesetzte Ströme entstanden, deren einzelne Glieder theils durch ihre verschiedene mineralische Zusammensetzung und Structur, theils durch dazwischen eingeschaltete Schlackenlagen sehr leicht als besondere Etagen unterschieden werden können*). Nach ihren Grössenverhältnissen sind die Lavaströme sehr verschieden; während manche nur sehr geringe Dimensionen nach Länge, Breite und Höhe besitzen, so giebt es andere Ströme, welche eine Länge von mehren Meilen, eine Breite von mehren tausend Fuss und eine Mächtigkeit von 50 bis 100 Fuss und darüber erlangen.

## §. 507. *Lavabänke und Lavaschichten, Lavagänge.*

Wenn auch sehr nahe verwandt mit den auf der Erdoberfläche abgelagerten Lavaströmen, so doch etwas verschieden von ihnen in ihrer äusseren Erscheinung und in der Art ihres Vorkommens, sind die Lavaschichten oder

---

*) C. Prévost drückt sich wohl etwas zu allgemein aus, wenn er sagt, was man gewöhnlich einen Lavastrom nenne, das sei nur die Summe mehrer successiver Ergiessungen, deren jede folgende die voraus gegangenen bedeckt habe. *Bull. de la soc. geol t. IV*, 1833, *p.* 8.

Lavabänke, welche an der Zusammensetzung vieler Vulcane und vulcanischen Gebirge einen ganz wesentlichen Antheil nehmen. Sie unterscheiden sich von jenen Strömen durch ihre, zu etwas regelmässigeren Parallelmassen ausgebildeten Formen, durch ihre oft geringe, aber ziemlich gleichmässige Mächtigkeit, und durch die grösstentheils steinartige und krystallinische Beschaffenheit ihres Gesteins, welches nur zunächst der Oberfläche und Unterfläche eine schlackige Structur erkennen lässt. Dabei liegen sie meist in vielfacher Wiederholung über einander, jedoch so, dass die einzelnen Bänke durch Schichten von Schlacken, Lapilli und Lavasand, oder durch vulcanische Tuffschichten von einander getrennt werden, zwischen denen sie sich in ihrer Breiten-Ausdehnung früher oder später auskeilen. In dieser Weise tragen sie bei zur Bildung oft sehr mächtiger vulcanischer Schichtensysteme.

Diese Lavabänke, wie sie Necker nannte, stimmen also in ihren Eigenschaften wesentlich überein mit solchen Lavaströmen, welche sich auf mehr oder weniger geneigtem Grunde sehr gleichmässig ausgebreitet haben; die meisten derselben sind eben nichts Anderes als Lavaströme, deren Material einen hohen Grad von Flüssigkeit besass, wodurch, zumal bei stärkerer Neigung, eine geringere Mächtigkeit verursacht werden musste. Andere sind als intrusive Lager zu deuten, welche entweder von Gangspalten, oder auch unmittelbar vom Eruptionsschlunde aus auf den gelüfteten Fugen des vulcanischen Schichtensystems durch Injection von Lava gebildet wurden. In beiden Fällen aber stehen sie häufig mit Lavagängen in einem unmittelbaren Zusammenhange.

Abwechselnd mit Schlacken- und Lapillilagern, mit Aschen- und Tuffschichten finden sich diese Lavabänke in vielfacher Wiederholung über einander; so z. B. die Leucitophyre am Monte Somma, die Doleritlaven des Aetna im Val del Bove, die porphyrähnlichen Laven von Lipari und Stromboli, und die nur fussstarken Lavabänke, welche Darwin von der Freshwater-Bay auf James-Island, einer der Galapagosinseln, beschreibt. Auf den atlantischen Inseln gehören sie zu den häufigsten Erscheinungen, sowohl in den domförmigen als in den kammförmigen Gebirgen, deren Grundlage meist von sehr mächtigen Schlacken-Agglomeraten gebildet wird, über welchen dann zahlreiche solcher Lavabänke mit dazwischen eingeschalteten vulcanischen Schutt- und Tuffschichten abgelagert worden sind. Die so gebildeten Schichtensysteme erreichen oft eine grosse Mächtigkeit, welche nach Hartung z. B. auf Lanzarote bei Haria 1100, auf der Halbinsel Jandia in Fuertaventura 1400 Fuss beträgt, auf anderen Inseln aber, wie auf Palma und Madeira, noch weit bedeutender ist. Die Tuffschichten sind an ihrer oberen Fläche oft roth gebrannt durch die Einwirkung der zunächst über sie geflossenen Lavabank.

Dass aber die Lavabänke in vieler Hinsicht keinen wesentlichen Unterschied von den auf der Erdoberfläche abgelagerten Lavaströmen erkennen lassen, diess ist begreiflich, weil ja die meisten derselben ursprünglich gleichfalls als solche Ströme ergossen worden sind. Ihre Bedeckung durch Schlacken- oder Tuffschichten, ihre bisweilen hundertfach wiederholte Wechsellagerung mit dergleichen Schichten sind die wichtigsten Momente, in denen sich eine Verschiedenheit zwischen ihnen und jenen oberflächlichen Strömen kund giebt. Ihre oft auffallend geringe Mächtigkeit lässt aber mit Recht vermuthen, dass ihr Material noch sehr dünnflüssig war, als es zur Ablagerung gelangte; und in der That bestehen

sie häufig aus Laven von basaltischer Natur, obgleich auch solche von trachytischer Natur nicht gänzlich vermisst werden *).

Hartung hebt es mehrorts und so auch in seinem letzten Werke über Madeira und Porto-Santo hervor, dass es unmöglich sei, irgend einen specifischen Unterschied zwischen jenen steinartigen Laven aufzufinden, welche einerseits an der Gebirgsoberfläche geflossen, und anderseits den tiefsten Theilen des inneren Gebirgskörpers eingeschaltet sind. Beide unterscheiden sich nur durch ihre Lage, sowie dadurch, dass bei den letzteren, in Folge ihrer mächtigen Bedeckung, manche Eigenschaften undeutlich oder gar nicht mehr zu erkennen sind, welche bei den ersteren deutlich und wohl erkennbar hervortreten.

In Betreff der Mächtigkeit unterscheidet Hartung auf Madeira

1) ganz dünne, nur einige Zoll bis einen Fuss starke, meist sehr blasenreiche Lavabänke;
2) Bänke von 1 bis 5 Fuss Mächtigkeit, mit schlackiger Ober- und Unterfläche, ohne prismatische, und nur ausnahmsweise mit kugeliger Absonderung;
3) Bänke von 5 bis 50 Fuss Mächtigkeit, ebenfalls schlackig an der Ober- und Unterfläche, und sehr oft mit prismatischer, häufig mit kugeliger Absonderung.

Als eine ziemlich allgemeine Regel ergiebt sich, dass die dünneren Lavabänke am häufigsten bei starker Neigung von 15 bis 18° vorkommen, während die mächtigen und meist prismatisch abgesonderten Bänke unter Winkeln von 4 bis 6° geneigt sind; doch erleidet auch diese Regel manche Ausnahmen **).

Da die meisten Bänke ursprünglich auf der jedesmaligen Erdoberfläche wie Lavaströme geflossen sind, so lässt sich erwarten, dass sie verhältnissmässig nur eine geringe Breitenausdehnung besitzen werden. Die quer auf ihre Längenausdehnung entblössten Durchschnitte lassen diess auch überall erkennen, indem die einzelnen, über einander vorkommenden Bänke sich bald auskeilen und verschwinden, während weiterhin andere an ihre Stelle treten. Da nun die zwischen ihnen auftretenden Schlacken- und Tuffschichten eine mehr stetige Ausdehnung zeigen, so giebt sich in dem ganzen Schichtensysteme diejenige Architektur zu erkennen, welche Lyell als pseudoparallele Schichtung bezeichnet hat.

Zu solchen Beobachtungen, sagt Hartung, bieten auf Madeira die Küstenklippen an der Mündung der Barranco's sehr häufig Gelegenheit dar. Nur wenige Lavabänke lassen sich in ihrem Querschnitte viel über 1/4 Meile weit verfolgen; selbst die breiteren keilen sich durchschnittlich innerhalb Strecken von zwei- bis vier-, oder höchstens von fünftausend Fuss aus. Sehr weit halten dagegen die sie trennenden Tuffschichten aus, welche meist nur dünn sind, und vorherrschend aus rothem, häufig auch aus gelbem, an der Oberfläche roth gebranntem Tuffe bestehen. A. a. O. S. 102 und 103.

Die Lavagänge stellen zwar die kleinste, desungeachtet aber eine der bedeutsamsten Lagerungsformen der Lava dar; sie sind, wie Sartorius v. Wal-

*) Dergleichen z. B. auf Tenerife in den Cañadasfelsen und am Pic de Teyde vorkommen; vergl. oben S. 401.

**) Geol. Beschr. der Inseln Madeira und Porto-Santo; S. 100.

[illegible]hausen sagt, die Grunderscheinungen, welche uns zunächst den Maasstab für die vulcanischen Kraftäusserungen abgeben. Wir begegnen ihnen besonders im inneren Theile der vulcanischen Gebirge, wo sie oftmals in solcher Menge auftreten, dass sie ein förmliches Netzwerk bilden, in dessen Maschen die zerstückelten Theile des vulcanischen Schichtensystems wie colossale Fragmente suspendirt erscheinen. Da sie meist von sehr verschiedenen Eruptionen herrühren, so durchsetzen und verwerfen sie sich gegenseitig, und zeigen überhaupt alle diejenigen Erscheinungen, welche bei dem Zusammentreffen der Gänge vorzukommen pflegen. Bisweilen gehen sie nach oben in einer der Lavaschichten zu Ende, mit welcher sie zu einem und demselben Körper vereinigt sind.

Die Mächtigkeit dieser Gänge beträgt meist nur einige Fuss oder Meter, steigt aber doch in einzelnen Fällen (wie am Aetna) zu 10 und 20 Meter. Gewöhnlich erscheinen sie als ziemlich regelmässige Parallelmassen, von senkrechter oder doch sehr steiler Stellung, wobei in den domförmigen Gebirgen ein radiales, von der Axe des Berges auslaufendes Streichen, in den dammförmigen Gebirgen dagegen ein transversales, auf der topographischen Längsaxe ungefähr rechtwinkeliges Streichen Statt zu finden pflegt. Oft keilen sie sich nach oben, bisweilen auch nach unten aus; ja es kommt wohl vor, dass sie sich nach beiden Richtungen auskeilen, in welchem Falle sie als laterale Injectionsgänge zu deuten sind. Auch Verzweigungen und Zertrümmerungen kommen bisweilen unter ganz eigenthümlichen Formen vor. Nicht selten sind sie prismatisch, bisweilen auch plattenförmig abgesondert, wobei die Stellung der Prismen und Platten den gewöhnlichen Gesetzen folgt. Häufig zeigen sie die, auch an anderen Gesteinsgängen so gewöhnliche Erscheinung, dass sie an ihren Salbändern aus weit dichterem Gesteine bestehen als in ihrer Mitte, womit es auch zusammenhängt, dass die schmalen Gänge oft durchaus dicht sind, während die mächtigeren Gänge vorwaltend aus krystallinisch-körnigem Gesteine bestehen; bisweilen werden sie auch an beiden Seiten von Glaskrusten eingefasst. An frei stehenden Felswänden ragen diese Lavagänge nicht selten wie Mauern hervor, indem die sie einschliessenden Schlacken-, Tuff- und Lavabänke mehr oder weniger weit abgetragen wurden, während sie selbst der Zerstörung widerstanden.

In der vortrefflichen und ausführlichen Schilderung des Monte Somma, welche Necker im Jahre 1823 gab, sind die Eigenthümlichkeiten dieser Lavagänge so schön beschrieben worden, dass wir unsere Leser darauf verweisen; deutsch bearbeitet von Nöggerath und Pauls, im zweiten Bande ihrer Sammlung von Arbeiten über Feuerberge, 1825, S. 113 ff. Ueber die Gänge am Monte Somma haben auch später Hoffmann und Dufrénoy, sowie über die Gänge des Val del Bove am Aetna Elie-de-Beaumont, Sartorius v. Waltershausen und Lyell sehr zahlreiche Beobachtungen mitgetheilt.

### §. 508. *Vulcanische Geschütte und Tuffe.*

Die Schlacken und Lapilli, die vulcanischen Sande und Aschen, welche von den verschiedensten, theils basaltischen, theils trachytischen Lava-Varietäten

abstammen, erscheinen besonders in dreierlei Lagerungsformen: erster selbständigen Eruptionskegeln, dann wechsellagernd mit Lavabänken in vulcanischen Gebirgen, und endlich in mehr oder weniger weit ausgedehr theils auf dem Meeresgrunde, theils auf dem Lande gebildeten Decken Schichtensystemen. Doch pflegen die groben Schlacken und die schweren pilli mehr auf die vulcanischen Berge und Gebirge beschränkt zu sein, we oft vorwaltend aus losen oder aus zusammengesinterten Schlackenstü bestehen, während die feineren und leichteren Auswürflinge, zu denen die Bimssteinlapilli gehören, oft über grosse Landstriche in weit verbreit Schichten abgelagert sind, welche, wenn sie auf dem Meeresgrunde od Süsswasserseen zum Absatze gelangten, mancherlei thierische und pflanz Ueberreste umschliessen können, und gegenwärtig meist als vulcanische erscheinen.

Von den Eruptionskegeln oder einfachen Vulcanen ist bereits in §. das Wichtigste bemerkt worden; sie bestehen gänzlich oder doch vorwal aus vulcanischen Auswürflingen, zu denen auch die vulcanischen Bon (I, 125 und 415) sowie die losen, vollständig ausgebildeten Krystalle von A Leucit, Magneteisenerz u. a. Mineralien gehören, welche an manchen Erupti kegeln in grosser Menge ausgestreut sind.

So haben der Puy de la Rodde und der Puy Lassolas in der Auvergne erstaunliche Menge von Augitkrystallen ausgeworfen, und um mehre der late Eruptionskegel des Aetna liegen mächtige Haufwerke von losen Augit- und spathkrystallen aufgeschüttet; andere Beispiele wurden bereits im ersten B S. 126 erwähnt. Fleuriau de Bellevue gab schon im Jahre 1805 die sehr ric Erklärung, dass diese Krystalle innerhalb der im Kraterschachte oscillire flüssigen Lava zu Tausenden fertig gebildet und suspendirt waren, bis sie aus selben durch heftige Dampfexplosionen herausgeschleudert wurden; eine Erklär für welche sich auch Sartorius v. Waltershausen entscheidet. (Fleuriau de Belle im Journal de physique, t. 60, p. 446, und S. v. Waltershausen, über die vulcanis Gesteine in Sicilien und Island, 1853, S. 328). Dass durch die herrschenden W die kleineren Auswürflinge einseitig höher aufgeschüttet werden, und dadurch Kraterrand eine auffallend schiefe Lage erhalten kann, diess wurde bereits S. 391 erwähnt. Als Gegenstück zu dem dort angeführten Beispiele von Lanz mag nur noch bemerkt werden, dass nach Darwin auf der Insel Ascension vielen Eruptionskegel alle gegen Südosten schräg abgestumpft sind, weil der do Passatwind die Asche und die Lapilli nach Nordwesten getrieben hat.

Die vulcanischen Geschütte und Tuffe erscheinen aber auch, wie s mehrfach erwähnt worden, in mehr oder weniger regelmässiger Wechsellager mit Lavabänken, was in jedem grösseren Vulcane und vulcanischen Gebirg beobachten ist, und den Beweis liefert, dass bei ihrer weiteren Entwicke Auswürfe von losen Materialien mit Lava-Ergiessungen vielfach gewecl haben, dass bald die explosive, bald die effusive Thätigkeit bei dem Aufl dieser grösseren Vulcane in Wirksamkeit gewesen ist. Dennoch scheinen losen Auswurfsmassen gar häufig in vorwaltender Menge die Bildung vulcanischen Gebirge eröffnet zu haben, in deren mittleren Regionen

aber oft **ganz ausserordentlich angehäuft** sind, während die Lavabänke mehr nach aussen hin in immer grösserer Anzahl auftreten.

Dieser eigenthümliche Gebirgsbau wurde zuerst von Lyell und Hartung auf der Insel Madeira erkannt *), und dadurch die von Heer ausgesprochene Vermuthung bestätigt, dass die weinrothen Schlacken-Agglomerate des Pico da Cruz unweit Funchal im Mittelpuncte der Insel am bedeutendsten entwickelt sein müssten. In der That sind die aus Schlacken bestehenden Conglomerate und Breccien dort am mächtigsten angehäuft, wo das Gebirge am höchsten ist, also in der Mitte, längs seiner Kammlinie, wo sie sogar bis zum Gipfel des Pico das Torres, dem höchsten Puncte der Insel aufsteigen, während sie nach beiden Seiten unter den zahlreichen über einander gelagerten Lavabänken immer mehr an Mächtigkeit verlieren; doch enthalten sie auch einzelne Lavabänke und feinere Tuffschichten, und werden von zahlreichen Gängen basaltischer Lava durchschnitten. Auf Porto-Santo bilden die von vielen Gängen durchsetzten Schlacken-Agglomerate anscheinend die Hauptmasse des Gebirges.

Auf der canarischen Insel Lanzarote erheben sich nach Hartung die fast ungeschichteten Schlacken-Agglomerate gegen den Scheitel des vulcanischen Gebirges immer mehr, umschliessen zwar schon einzelne Basaltlager und Tuffschichten, werden auch von vielen Basaltgängen durchsetzt, walten aber doch nach unten ganz entschieden vor, und bilden die Unterlage des höher aufwärts folgenden Systems von zahlreichen Basaltlagern mit mehr untergeordneten Tuff- und Schlackenbildungen, welche letztere theils als Schichten, theils als liegende Stöcke erscheinen und dann als begrabene Schlackenkegel gedeutet werden **).

Ganz ähnliche geotektonische Verhältnisse erkannte Hartung auf den Azoren, wie namentlich auf Santa Maria, San Miguel, Graciosa und Faial; überall in der Mitte am centralen Gebirgskamme vorherrschend schlackige Agglomerate und Breccien nebst Tuffen, zwischen denen ausser zahlreichen Gängen nur vereinzelte Lavabänke auftreten, welche jedoch weiter auswärts nach allen Seiten hin immer häufiger werden und zuletzt vorwaltend erscheinen, während die Schlacken, die Lapilli und Tuffe zwischen ihnen mehr zurücktreten ***).

Während die grösseren Schlacken und Lapilli zunächst um die Ausbruchsöffnung und oft in grosser Mächtigkeit abgelagert werden, so verbreiten sich die kleineren Lapilli, der vulcanische Sand sammt den lose ausgeworfenen Krystallen und die Asche bisweilen über erstaunlich grosse Räume, indem sie von Luftströmungen erfasst und viele Meilen weit fortgetragen werden, bevor sie zum Niederfalle gelangen. Eine solche Mitwirkung der Luftströme macht sich auch besonders für die leichten Bimssteinlapilli geltend, welche, eben so wie die Asche und der Sand, durch den Wind oft sehr weit von ihrem Eruptionspuncte entführt worden sind.

Sartorius v. Waltershausen hebt es mit Recht hervor, dass vollständig ausgebildete Krystalle in den vulcanischen Tuffen und losen Geschütten weit häufiger vorkommen, als in den festen krystallinischen Laven. Diess ist auch ganz begreiflich, weil sie ursprünglich innerhalb der noch flüssigen Lava frei

---

*) Lyell, *Manual of elementary Geology*, 5. *edition*, 1855, p. 515 ff. und Hartung, Geol. Beschr. der Inseln Madeira und Porto-Santo, 1864, S. 109 ff.

**) Hartung, Die geolog. Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuertaventura, in den Neuen Denkschriften der allg. schweizerischen Ges. B. 15, 1857, S. 92 ff.

***) Hartung, Die Azoren, 1860, S. 133, 190, 236, 269 u. s. w.

gebildet und schwebend erhalten waren, bis sie durch eine Dampfexplosion aus ihr hinausgeschossen wurden, wobei sie denn zugleich mit Asche, Sand und Lapillen als isolirte Krystalle ausflogen und niederfielen, während die von der erstarrten Lava umschlossenen Krystalle mit ihrer Umgebung fest verwachsen sind, und nur selten in der völligen Integrität ihrer Form dargestellt werden können.

»Während in den Laven wohlausgebildete Krystalle meist fehlen, sagt Sartorius, so gehören sie in den Tuffen und Aschen zu den häufigsten und charakteristischesten Erscheinungen *). Aus der Aetnalava von 1669 kann man sich keine Augit-, Olivin- oder Feldspath-Krystalle verschaffen; der Kegel des Monte Rosso von derselben Eruption wimmelt dagegen von Millionen dieser Krystalle, welche den Tuff durchweben. Die mächtigen Tufflager im Val del Bove sind mit Augitkrystallen in unabsehbarer Menge durchmischt, welche sich als vollständige Individuen mit Leichtigkeit aus der Grundmasse herausnehmen lassen. Die Fiumaren von Giarre und Mascali an der östlichen Seite des Aetna, welche theils zerstörte Tuffe, theils Aschen aus dem Val del Bove in die Ebene geschwemmt haben, führen Millionen von Olivin- und Augit-, von Feldspath- und Magneteisenerz-Krystallen mit sich, welche besonders bei Sonnenschein am Boden sichtbar werden.

In gleicher Weise enthalten die Aschen des Stromboli eine unabsehbare Menge von sehr regelmässigen ringsum ausgebildeten Augitkrystallen, welche meist als Zwillinge oder Vierlinge erscheinen. Ebenso sind die Aschen des Vesuvs, des Laacher Sees und besonders die der Vulcane Mittelitaliens durch ihren unglaublichen Reichthum an wohlausgebildeten Krystallen ausgezeichnet. Zwischen Montalto und Corneto breiten sich Aschenfelder aus, in denen bei Sonnenschein unzählige kleine, sehr saubere Krystalle verschiedener Mineralien hervorblitzen.«

Da sich die Sand- und Aschen-Auswürfe bei den verschiedenen Eruptionen eines und desselben Vulcans wiederholen, da sie bei jeder Eruption gewöhnlich stossweise erfolgen, und da während ihres Niederfalles eine Trennung der gröberen und feineren Theile Statt finden muss, so werden schon die auf dem Lande in solcher Weise gebildeten losen Ablagerungen eine mehr oder weniger deutliche Schichtung erkennen lassen, und bisweilen zu sehr mächtigen Schichtensystemen anwachsen. Im Laufe der Zeit aber können die ursprünglich lose über einander geschütteten Materialien, in Folge langwieriger Durchwässerung und theilweiser Zersetzung, zu einer mehr oder weniger festen Consistenz gelangt sein, in welchem Falle sie gewöhnlich vulcanische Tuffe genannt werden.

Gar häufig wird der Niederfall dieser feineren Auswürflinge auch im Meere oder in Süsswasserseen Statt gefunden haben, wodurch nicht nur ihre regelmässige Schichtung und ihre Umbildung zu Tuffen weit mehr begünstigt war, sondern auch organische Ueberreste zwischen das eruptive Material gelangen konnten. Daher sind besonders die terrestrischen und die marinen vulcanischen Tuffe zu unterscheiden.

Die über grosse Landstriche verbreiteten Tuffschichten, wie sie in der Umgegend von Rom und Neapel, überhaupt mit wenig Unterbrechung von Toscana bis nach Calabrien, auf Sicilien und auf den liparischen Inseln, auf Island und

*) Ueber die vulc. Gesteine in Sicilien u. Island, 1853, S. 163.

in so vielen anderen vulcanischen Territorien vorkommen, bilden mächtige und regelmässig geschichtete Ablagerungen. Sie sind grossentheils unter dem Wasser abgesetzt worden, enthalten daher nicht selten organische Ueberreste, haben aber später nicht nur eine allgemeine Emersion über den Meeresspiegel erlitten, sondern sind auch bisweilen zu bedeutenden Höhen über ihr ursprüngliches Niveau emporgetrieben worden, wie am Epomeo auf Ischia und auf vielen der atlantischen Inseln. Auch wurden sie bisweilen durch locale Eruptionen aufgewühlt und zu Tuffkegeln mit vollständigen Krateren aufgeworfen, wie z. B. im Monte nuovo und in anderen Kraterbergen der phlegräischen Felder. Beispielsweise geben wir eine kurze Schilderung der Tuffe von Rom und Neapel, sowie der Bimssteingeschütte des Rheinlandes.

Der grösste Theil der Umgegend von Rom besteht aus vulcanischen Tuffen, welche theils marine, theils terrestrische (oder theils submarin, theils supramarin gebildete) Gesteine sind; zu den ersteren gehören die der eigentlichen Campagna di Roma; zu den letzteren die Tuffe des Albaner Gebirges; jene sind die älteren, diese die neueren *).

Die älteren vulcanischen Tuffe der Romagna erstrecken sich von Acquapendente an der Paglia bis nach Segni, zwischen Rom und Ceprano, auf eine Länge von mehr als 80 Miglien; auch ihre Mächtigkeit ist meist sehr bedeutend und erreicht bei Bolsena viele hundert Fuss. Schon Brocchi unterschied bei Rom Tufa granulare und Tufa litoide, was Hoffmann durch Bröckeltuff und Steintuff übersetzte. Der Bröckeltuff ist bei weitem vorwaltend, schwärzlichbraun oder gelblichbraun, lockerkörnig, daher meist bröckelig und zerreiblich; dennoch aber sind fast alle Katakomben in ihm ausgehöhlt, und haben sich bis auf den heutigen Tag erhalten; auch liefert er den meisten Puzzolan. Er umschliesst von Krystallen zersetzte Leucite, Augite, Glimmer, Magneteisenerz und Sanidin; von grösseren Auswürflingen Trachyt, Bimsstein und Leucitophyr. Von der Porta del Popolo bis zum Ponte Molle liegt dieser Tuff auf Travertin, während anderwärts im Travertine Tuffschichten vorkommen; dennoch erklärte Brocchi die ganze Tuffbildung für marin. Der Steintuff, welcher weit seltener ist, und in wie bei Rom besonders am tarpejischen Felsen, am Aventin und am Monte verde vorkommt, ist gewöhnlich rothbraun bis ziegelroth, feinerdig bis dicht, auch hinreichend fest und hart, um als Baustein benutzt werden zu können; in seiner fast homogen erscheinenden Grundmasse liegen mehr oder weniger sparsam weisse zersetzte Leucite und Augite, sowie oft zahlreiche braune Glimmerschuppen in paralleler Anordnung. Am Esquilin und Capitolin liegt der Steintuff über dem Bröckeltuff; an anderen Puncten verhält es sich umgekehrt; die ganze Tuffbildung aber ruht theils auf den pliocänen Mergeln und Thonen (III, S. 254), theils auf den noch jüngeren Geröllen und Travertinen **). Nach Brocchi und Gerhard vom Rath ist das Material derselben von den Vulcanen des Cimini-Gebirges und der Umgebung des Sees von Bracciano geliefert worden, wie das häufige Vorkommen von trachytischen Gesteinsbrocken von Bimsstein und Sanidin beweist.

*) L. v. Buch, Geognostische Beobb. auf Reisen durch Deutschland u. Italien, II, S. 30 ff. Hoffmann, Poggend. Annalen, B. 16, 1829, S. 8 ff. Gerhard vom Rath, Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 496 ff.

**) Breislak glaubte aus der Gestalt und Lage der sieben Hügel beweisen zu können, dass sie die Ueberreste eines ehemaligen Kraters seien; diese Ansicht ist jedoch durch Brocchi und Leopold v. Buch widerlegt worden.

Die neueren vulcanischen Tuffe der Umgegend von Rom sind es, welche vorzugsweise nicht nur den grossen äusseren Circus, sondern auch den Monte Cavo oder den centralen Kegel des Albaner-Gebirges zusammensetzen. Sie wechseln vielfach mit Schlacken, und bestehen wesentlich aus vulcanischem Sande, Asche und Lapilli, zu denen sich zahlreiche lose Krystalle von Leucit, Augit, Melanit, Glimmer und anderen Mineralien gesellen. Alle diese Materialien sind wahrscheinlich durch vielfach wiederholte Eruptionen des Centralkegels auf der Erdoberfläche aufgeschüttet worden und niemals submergirt gewesen, daher sie auch nur eine geringe Consistenz erlangt haben.

Ganz anders erscheinen die Tuffe der Umgegend von Neapel, in den phlegräischen Feldern und auf den Inseln Ischia, Procida und Nisita. Sie sind wesentlich trachytischer Natur, und bestehen vorwaltend aus Bimssteinschutt in allen Abstufungen mechanischer Zerkleinerung bis herab zu den feinsten Sand- und Staubtheilchen, welche oft dermaassen vorwalten, dass das Gestein ein homogenes, an Thonstein und Thon erinnerndes Ansehen erhält. Man unterscheidet jedoch eine untere gelbe, und eine obere graue Etage, welche bisweilen in abweichender Lagerung auf einander folgen *).

Der gelbe Tuff (Tufo giallo) oder sogenannte Posiliptuff ist offenbar im Meere abgesetzt worden, da er lose marine Conchylien enthält, welche zwar weder häufig noch überall vorkommen, aber doch stellenweise unzweifelhaft gefunden worden sind, und mit den noch jetzt im angränzenden Meere lebenden Arten übereinstimmen. Das Gestein ist gelblichweiss bis strohgelb, im Bruche feinerdig, matt, bald sehr weich und zerreiblich, bald hinreichend fest und standhaft, wie der alte Tunnel der Posilipgrotte, die vielen Grottenhäuser der Lazzaroni und die Katakomben an der Ostseite von Neapel beweisen; ja, viele Schichten liefern einen ganz brauchbaren Baustein. Ausser dem vorwaltenden Bimsstein enthält dieser Tuff Sanidinkörner, schwärzlichgraue Trachytgerölle und bisweilen Kalksteingeschiebe. Er ist meist sehr deutlich und regelmässig geschichtet, während er bisweilen gar keine Schichtung erkennen lässt, und wird gewöhnlich vom grauen Tuffe bedeckt.

Dieser graue Tuff (Tufo bigio), welcher sehr locker und weit reicher an Bimssteinstücken ist, auch schon Fragmente leucitischer Gesteine enthält, scheint als eine terrestrische Bildung durch blose Aufschüttung in der Luft entstanden zu sein. Er ist es, welcher an den äusseren Abhängen des Monte Somma bis zu 1900 Fuss Höhe aufsteigt, und in welchem die mit schön krystallisirten Silicaten erfüllten Kalksteinblöcke (die sogenannten Auswürflinge des Vesuv) sowie die muschelführenden Sandsteinstücke vorkommen, von denen in einem der folgenden Paragraphen noch die Rede sein wird.

Bimsstein-Conglomerate und Bimsstein-Tuffe spielen bekanntlich auch im Gebiete der rheinischen Vulcane, bei Andernach und Neuwied, eine nicht unwichtige Rolle. Es haben wohl dort zu verschiedenen Zeiten Ausbrüche von Bimsstein Statt gefunden, doch hat nur der letzte derselben seine Producte über einen grossen Raum verbreitet, welcher nach v. Dechen auf dem linken Rheinufer ungefähr 14, auf dem rechten Ufer über 26 Quadratmeilen beträgt, im Rheinthale selbst von Boppard und Camp bis nach Brohl reicht, und sich von

*) L. v. Buch, a. a. O. II, S. 197 ff.; Dufrénoy, *Mém. pour servir à une descr. geol de la France, vol. IV*, p. 235 ff.; Haagen v. Mathiesen, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 587 ff.; J. Roth, der Vesuv, 1857, S. XXXIV f. auch S. 485 ff.

dort aus nach Südwesten bis Kehrig und Moselkern, nach Nordosten bis Herschbach und Langendornbach in Nassau erstreckt. Doch finden sich noch einzelne Ablagerungen über den Westerwald hinaus bis in die Gegend von Marburg *).

Die Bimssteine liegen theils lose ohne irgend ein Bindemittel über einander, theils sind sie durch ein thoniges Cäment zu einem lockeren Conglomerate verbunden; fast immer sind ihnen Fragmente von devonischem Schiefer beigemengt, und ganz gewöhnlich einzelne Lagen von feinerdigem Bimssteintuff eingeschichtet. Die ganze, stellenweise ziemlich mächtige Bimssteinbildung liegt gewöhnlich über dem Löss des Rheinthales, bisweilen auch über Schlacken, und wird zunächst von grauen trachytischen Tuffen (Britz) bedeckt. Wo eigentlich der Ausbruchspunct dieser Bimssteine liegt, diess ist ungewiss; C. v. Oeynhausen betrachtete als solchen den Krater des Krufter Ofens unweit Laach, während v. Humboldt ihn oberhalb Neuwied vermuthete. Dressel derivirt die Bimssteine wie den Trass aus dem Krater des Laacher See's; Neues Jahrb. für Min. 1870, S. 562.

Auf der Insel Tenerife gehört hierher die sogenannte Tosca **), ein hellgelber, meist aus zersetzten Bimssteinen bestehender Tuff, welcher stellenweise mit nussgrossen Bimssteinlapilli wechselt; ganz feine Krystalle von Hornblende oder Magneteisenerz sind dem Gesteine eingestreut, welches im Ganzen dem Posiliptuff ähnlich ist.

## §. 509. *Palagonit-Tuff; Schlammlaven.*

Wenn die feineren Auswürflinge, also die vulcanischen Sande und Aschen, im Meere oder in Landseen zum Niederfalle gelangten, oder auch auf dem Lande einer langwierigen und immer wiederholten Durchwässerung unterworfen waren, so werden sie im Laufe der Zeiten eine theilweise oder gänzliche Zersetzung und mancherlei Umbildungen erleiden, unter denen namentlich die zu Palagonit von ganz besonderem Interesse ist, weil die palagonitischen Tuffe in manchen vulcanischen Gegenden eine sehr grosse Verbreitung erlangen.

Seitdem Sartorius v. Waltershausen zuerst (1835) in Sicilien, und dann auf Island den Palagonit als ein besonderes Mineral und Gestein erkannt und benannt hatte, ist dasselbe noch in vielen anderen vulcanischen Territorien nachgewiesen worden; so, wohl ziemlich gleichzeitig, von Darwin auf den Galapagos-Inseln, wo er die Eigenthümlichkeit des Palagonites als einer bisher unbekannten Art von Tuff erkannte, und auf die naturgemässe Ansicht über dessen Entstehung geleitet wurde; ferner von Sandberger und Anderen im Herzogthum Nassau, im Habichtswalde und am Vogelsgebirge, von Girard bei Montpellier und im Bassin von le Puy, von E. Mitscherlich in der Eifel, von Haast auf der Südinsel Neuseelands, von Reiss und K. v. Fritsch auf den canarischen Inseln.

Die palagonitischen Tuffe bestehen nur sehr selten ganz vorwaltend aus Palagonit; gewöhnlich bildet dieses Mineral nur das Bindemittel von Lapilli oder Schlacken, also von gröberen Auswürflingen; häufig erscheint es auch inner-

*) Vergl. v. Dechen, Geognostische Beschreibung des Laacher Sees, 1864, S. 565 f. und vorher an vielen Stellen.

**) L. v. Buch, Beschreibung der canarischen Inseln, 1825, S. 208 ff.; K. v. Fritsch und W. Reiss, Geologische Beschreibung der Insel Tenerife, 1868, S. 50.

halb der gewöhnlichen Tuffe in der Form von grösseren und kleineren Körnern, nicht selten sogar in mikroskopisch kleinen Theilen. Die meisten hierher gehörigen Gesteine sind Breccien oder Conglomerate von Schlackenfragmenten mit palagonitischem Bindemittel; wo nämlich Asche oder feiner Sand zugleich mit Lapilli oder Schlacken zum Niederfalle gelangten, da wurden die letzteren von den ersteren umhüllt, welche dann später zu Palagonit umgewandelt wurden, während die Lapilli und Schlacken meist unzersetzt blieben.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Palagonitbildung in Sicilien unter dem Spiegel des Meeres vor sich gegangen ist, wie dies die bei Militello im Val di Noto vorkommenden marinen Conchylien beweisen; dasselbe gilt wohl auch, zum Theil von den Palagonit-Tuffen Islands, welche südlich von Reykjavik in der Bucht Foss-Vogr sowie hoch oben im Norden bei Halbjarnastadir reich an dergleichen Conchylien sind. Dagegen haben sich die palagonitischen Breccien der Umgegend von le Puy in einem Süsswasserbassin gebildet, während jene der Eifel und anderer Gegenden nur in Folge lange dauernder Einwirkung der atmosphärischen Wasser entstanden sein dürften. Uebrigens bedarf es kaum der Erwähnung, dass weder jene Conchylien, noch die Diatomeen und anderen organischen Ueberreste welche im Palagonite vorkommen, den vulcanischen Ursprung seines Materiales in Zweifel stellen können.

Nach Sartorius v. Waltershausen waren es wesentlich basische Feldspathe, durch deren Zersetzung, unter Zutritt von Eisenoxyd, Magnesia und Wasser, der Palagonit gebildet worden ist; dabei wurde das Eisenoxyd vom Magneteisenerze, und die Magnesia vom Meerwasser geliefert. Da nämlich die Palagonite des Val di Noto und von Aci Castelli eine grosse Menge kleiner aber trefflich ausgebildeter Krystalle von Augit und Olivin enthalten, so vermuthet Sartorius, dass diese beiden Mineralien gar keinen oder nur geringen Antheil an der Palagonitbildung haben können. Dennoch könnte die Magnesia auch aus anderer Quelle bezogen worden sein, weil ja manche Palagonite gar nicht im Meerwasser gebildet wurden. Jedenfalls aber mögen basische Feldspathe das meiste Material geliefert haben, weil es nur Tuffe basaltischer Laven sind, in denen die Palagonitbildung Statt gefunden hat*).

An der Bildung vieler isländischen Palagonite hat sich auch das von Sartorius Sideromelan genannte Mineral betheiligt, dessen Körner oft noch im Palagonite zu erkennen sind und auf der Insel Videy bei Reykjavik die Grösse einer Bohne erreichen; wird der Palagonit in kalter verdünnter Salzsäure zersetzt, so bleibt der Sideromelan in der Form schwarzer rundlicher Körner zurück. Manche Palagonit-Tuffe enthalten auch etwas kohlensauren Kalk; ja an einigen Orten Islands wird der Palagonit von Kalkspath durchzogen. Auch Zeolithe sind stellenweise, namentlich in Sicilien, recht häufig, während sie auf Island nur

*) Auch hat Bunsen gezeigt, dass der Palagonit aus Island und von den Galapagos, nach Abzug des Wassers, eine mit den normal-pyroxenischen Gesteinen ganz übereinstimmende chemische Zusammensetzung hat. Poggend. Ann. B. 83, 1851, S. 225. Seiner Theorie der Palagonitbildung ist jedoch die von Sartorius bei weitem vorzuziehen.

sehen vorkommen, und in der mächtigen Hauptzone palagonitischer Tuffe fast gänzlich vermisst werden.

In Island sind die palagonitischen Tuffe ganz ausserordentlich verbreitet, vielleicht mehr, als in irgend einem anderen Theile der bekannten Welt. Vom Cap Reykjanes bis nach Cap Tjörnes bilden sie eine breite, die ganze Insel von Südwesten nach Nordosten in ununterbrochenem Verlaufe durchziehende Zone, in deren Mitte das wüste, von vergletscherten Gebirgen umgebene Plateau Sprengisandur aufragt. Bei Reykjavik und Thingvallir, in den Höhen von Laugarvatn, in der Kette des Hekla und in den ihr parallelen Gebirgsrücken des Bjolfell und Selsundsfjall walten diese Tuffe vor; und wie hier im Südwesten, so verhält es sich auch im Nordosten, wo der Krafla, der Leirhnukur und die Gebirge um den Myvatn oder Mückensee gänzlich oder grösstentheils aus geschichteten Palagonit-Tuffen bestehen. Im Gebiete dieser, mehr als tausend Quadratmeilen bedeckenden Tuffzone liegen die Vulcane Islands, während sich zu beiden Seiten derselben die mächtigen Basaltdecken ausbreiten, von denen oben (S. 373) die Rede gewesen ist.

Auch erscheint der Palagonit an einigen Puncten Islands in grosser Reinheit; so nach Bunsen bei Krisuvik, Baula und östlich vom Lyklafell, wo er mit Trapp und gewöhnlichem Tuffe wechselt; am schönsten aber am Weideplatze Seljadalur, zwischen Reykjavik und Thingvellir, wo eine 50 bis 80 Fuss mächtige Schicht von fast reinem Palagonitfels über horizontal geschichteter Asche liegt. Die gewöhnlichste Art seines Auftretens ist jedoch die, dass er Körner in den übrigens unveränderten oder doch anders veränderten vulcanischen Schuttschichten bildet*).

In Sicilien wird die weite Ebene von Palagonia am Fusse eines gegen Osten nach Militello, gegen Süden nach Mineo aufsteigenden Gebirges durch die Palagonitformation begränzt. Geht man durch die Ebene nach Mineo, so trifft man gleich hinter Palagonia horizontale, weit ausgedehnte Palagonitschichten, welche von mehren Basaltgängen durchsetzt werden, mit Zeolith innig durchwebt sind, und kleine Krystalle von Olivin, Augit und Labradorit enthalten. Weiterhin an demselben Wege erfüllt sich der braune Palagonit-Tuff mit sehr viel Zeolith und Kalkspath, führt auch noch dieselben vollkommen und ringsum ausgebildeten Krystalle, während die in ihm eingeschlossenen krystallinischen Lavafragmente dergleichen nicht enthalten; dazu kommen noch Schlacken und Brocken eines schwarzen vulcanischen Glases. Alle diese Körper sind durch ein Cäment von Palagonit mit einander verkittet, und das Ganze wird von Nestern, Drusen und Trümern verschiedener Zeolithe und von vielen Kalkspathkrystallen nach allen Richtungen durchwebt. Am Fusse des Berges, auf welchem Mineo liegt, ruht dieses palagonitische Conglomerat auf tertiärem Kalkstein.

Die Palagonitformation von Aci Castello hat die grösste Aehnlichkeit mit jener von Palagonia, erscheint aber an der Oberfläche in weit geringerer Ausdehnung, weil sie von neueren Lavaströmen des Aetna theilweise bedeckt worden ist. Auch hier ist es ein Conglomerat, bestehend aus Bruchstücken von Basalt, Lava und Schlacken, welche durch braunen Palagonit verkittet sind, der völlig ausgebildete kleine Augitkrystalle und Olivine enthält, während das Ganze von Adern und Nestern von Phillipsit, Herschelit und Kalkspath durchzogen wird**).

Im Bassin von le Puy (Dép. Haute Loire) breitet sich über der dortigen Süsswasserformation innerhalb eines Raumes von 5 Lieues Länge und 2 Lieues Breite

*) Sartorius v. Waltershausen, Ueber die vulcanischen Gesteine in Sicilien und Island, 1853, S. 179 ff.; Bunsen, Annalen der Chemie und Pharmacie, B. 61, 1847, S. 265 ff.; Zirkel, Reise nach Island, 1862, S. 329 ff.

**) Sartorius, a. a. O. S. 216, 220, 239 ff.

eine palagonitische Schlackenbreccie aus, von welcher schon Bertrand-Roux erkannte, dass sie auf dem Boden eines Landsees abgelagert und in Folge langwieriger Durchwässerung zu ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit gelangt sein müsse. Diese merkwürdige Breccie tritt in Folge sehr bedeutender Abtragungen jetzt häufig in isolirten Bergen und Felsen auf, wie bei Espaly, Ceyssac, Polignac, in den Bergen von Doue und Denise und in den beiden schroffsten Kegeln Corneille und St. Michel innerhalb der Stadt le Puy selbst. Sie besteht wesentlich aus eckigen Fragmenten einer schwärzlichen schlackigen, im Bruche fettglänzenden Lava, und einem grauen dichten Bindemittel, welches ursprünglich von vulcanischer Asche und feinem vulcanischen Sande gebildet, aber später grösstentheils zu Palagonit umgewandelt worden ist*); die Schlackenfragmente sind meist erbsen- bis nussgross, werden aber auch nicht selten faust- bis kopfgross. Das palagonitische Bindemittel ist meist so fest, dass das ganze Gestein einen recht brauchbaren Baustein liefert und am Mont Denise in grossen Steinbrüchen gewonnen wird. Eine Schichtung der Breccie ist oft sehr deutlich zu beobachten, wie namentlich am Mont Denise; anderwärts erscheint sie fast ungeschichtet, wie in den Felsen von Espaly, Polignac, St. Michel und Corneille. Sie ist die älteste der dortigen vulcanischen Bildungen, durch welche später die Schlacken-Eruptionen kleiner Vulcane hervorbrachen, wie diess am Denise sehr schön zu beobachten ist; dennoch sind in dieser Breccie ausser Knochen von Elephanten, Rhinoceroten und anderen ausgestorbenen Thieren auch Menschenknochen gefunden worden, was denn beweist, dass der Mensch, als Zeitgenosse vorweltlicher Thiere, ein Zeuge der im Velay Statt gefundenen vulcanischen Eruptionen gewesen ist (Vergl. Neues Jahrb. für Min. 1869. S. 195 ff.).

In der Eifel finden sich südlich von Stadt Kyll bei dem Dorfe Steffeln geschichtete Tuffe oder Breccien, deren Bindemittel nach E. Mitscherlich dieselbe Beschaffenheit hat, wie jenes der so eben betrachteten Breccien des Velay. Das Gestein bildet den steilen Kegel des Steffelerberges, erstreckt sich östlich bis gegen Auel, und nördlich bis nahe vor Lenerath, ist fest und wird in mehren Steinbrüchen zu Werkstücken gewonnen. Seine Hauptmasse besteht aus kleinen Schlackenstücken, ausserdem umschliesst es Augit, Glimmer, Fragmente devonischer Gesteine und Olivinkugeln. Wenn es auch ein ähnlicher chemischer Process war, durch welchen das Bindemittel dieser palagonitischen Breccien gebildet wurde, so erfolgte derselbe doch unter anderen Verhältnissen; denn im Velay wurde das Material der Tuffe in einem Landsee abgesetzt, während solches in der Eifel niemals submergirt gewesen ist. Allein »die Tuffschichten der Eifel konnten des dichten Untergrundes wegen lange Zeit mit Wasser getränkt bleiben« und dadurch der die Schlackenstücke verbindende feinere Schutt zu Palagonit umgebildet werden**).

Darwin beobachtete auf den Galapagos-Inseln mehre Kratere, an deren Zusammensetzung sich Palagonit betheiligt. Am östlichen Ende von Chatham sah er z. B. zwei Kratere, welche theils aus zerreiblichem aschenähnlichen Tuffe, theils aus einer ganz eigenthümlichen Tuffart bestehen***); dieselbe ist in ihrer Grundmasse gelblichbraun, durchscheinend, harzglänzend, spröd, mit dem Messer leicht ritzbar, hält viele Krystalle von Olivin und Augit, sowie kleine Schlackenbrocken und Basaltstücke. Die vorliegenden Uebergänge lehrten ihn, dass diese pechsteinähnliche Substanz durch die chemische Umbildung eines feinen Schlackentuffes

*) Auf die palagonitische Natur dieses Bindemittels hat wohl zuerst Girard hingewiesen, in seinen Geologischen Wanderungen, S. 187 ff.

**) E. Mitscherlich, über die vulc. Erscheinungen in der Eifel. S. 27, v. Dechen, Geognostischer Führer zur Vulcanreihe der Vorder-Eifel. 1861, S. 164 ff.

***) Als Darwin diese Beobachtungen anstellte und niederschrieb, waren jene von Sartorius sowie der Name Palagonit noch gar nicht bekannt.

entstanden ist, welche wahrscheinlich noch während der Submersion unter dem Meeresspiegel bewirkt wurde. Der eine Krater besteht nur noch aus einem Kreise von Hügeln, die alle nach aussen unter Winkeln von 30 bis 40° abfallen; seine unteren Schichten sind harzähnlicher Tuff mit Schlackenstücken, die oberen Schichten aber sind brauner erdiger Tuff. Eben so besteht der zweite, 520 Fuss hohe Kegel aus beiden Tuffsorten. Ueberhaupt lernte Darwin dort 28 Tuffkratere kennen, in denen der harzähnliche Tuff eine so wichtige Rolle spielt; 12 derselben bilden besondere kleine Inseln, während die übrigen als Vorgebirge auf anderen Inseln aufragen; er nennt sie die interessanteste Erscheinung im Archipelagus der Galapagos *).

Auf allen canarischen Inseln hat Palagonitbildung Statt gefunden, welche nicht nur einzelne Schichten von Lapilli und vulcanischer Asche, sondern auch ganze Eruptionskegel betroffen hat, wie z. B. den Caldereta-Kegel auf Palma. Die schönsten, fast homogenen, pechglänzenden und kastanienbraunen Palagonite fanden W. Reiss und K. v. Fritsch auf den Inseln Gomera, Hierro und Fuerteventura. Nach ihren Beobachtungen kommt die Palagonitbildung vor 1) nur bei Gesteinen der Basaltgruppe, 2) nicht blos bei solchen Geschütten, welche im Meere submergirt waren, und 3) in einer und derselben Ablagerung in verschiedenen Graden, so dass neben wachsglänzendem Palagonit matte und erdige Tuffe auftreten **).

Der unermüdliche Geolog Neuseelands, Julius Haast, hat auf der dortigen Südinsel im vulcanischen Gebiete der Malvern-Hills ächte Palagonit-Tuffe nachgewiesen; die an v. Hochstetter eingesendeten Handstücke sind von den isländischen nicht zu unterscheiden; in einigen bildet der Palagonit nur das Cäment des Tuffes, während andere fast vollständig aus dunkelbraunem, nicht sehr stark glänzendem Palagonite bestehen ***).

Wir sehen also, dass die palagonitischen Tuffe und Breccien in den verschiedensten Gegenden der Erde vorkommen, was die etwas ausführliche Besprechung derselben rechtfertigen mag.

Ausser der Umbildung zu Palagonit haben viele Tuffe auch andere Metamorphosen durch Fumarolenwirkung, also durch heisse Wasserdämpfe erlitten, welche mit Chlor oder Schwefelwasserstoff, schwefeliger Säure oder auch Kohlensäure geschwängert waren, und mancherlei Producte der pneumatolytischen Processe lieferten, über welche sowie über die tief eingreifenden Zersetzungen, denen die isländischen Palagonit-Tuffe durch heisse Quellen und Gas-Exhalationen unterworfen waren, uns Bunsen so schöne Aufschlüsse gegeben hat †). Auf Island, Lipari und St. Helena sind in vulcanischen Tuffen durch dergleichen Einwirkungen interessante Gypsbildungen entstanden, von denen im ersten Bande S. 733 f. ausführlich die Rede gewesen ist.

Wir haben noch endlich der sogenannten Schlammlaven zu gedenken. Mit diesem Namen bezeichnet man solche vulcanische Geschütte, welche mit Wasser gemengt in schlammartigem Zustande von den Vulcanen herabkommen.

---

*) *Geological observations on the volcanic islands*, 1844, p. 98 ff.

**) W. Reiss und K. v. Fritsch, Geologische Beschreibung der Insel Tenerife, 1868, S. 424 f.

***) F. v. Hochstetter, Geologie von Neu-Seeland, 1864, S. 204. Anm.

†) Ann. der Chemie u. Pharmacie, B. 62, 1847, S. 15 f. und Poggend. Annalen, B. 83, 1851, S. 239 ff.

Sie dürfen nicht mit den Eruptionen der eigentlichen Schlammvulcane oder Salsen verwechselt werden, obgleich diese zu dem Vulcanismus in einer gewissen Beziehung stehen *); wohl aber sind sie sehr nahe verwandt mit den Schlammfluthen, welche so häufig bei vulcanischen Eruptionen vorkommen; ja, sie sind gewöhnlich gar nichts Anderes, als die Producte derartiger Fluthen. Der Ausdruck Schlammlava ist daher nur tropisch zu nehmen, weil man unter Lava dasjenige Material versteht, welches aus einem Vulcane in feuerflüssigem Zustande ausfliesst und ausfliegt, oder ausgeflossen und ausgeflogen ist. Denn wenn auch die feuerflüssige Lava schon in den Tiefen des Eruptionscanales, und selbst noch ausserhalb desselben, als fliessender Strom, mit etwas Wasser verbunden ist, so lässt sich doch diese Verbindung nimmermehr als ein schlammartiger Zustand betrachten, wie er in der sogenannten Schlammlava oder *lava d'acqua* der Neapolitaner wirklich vorhanden ist.

Indessen erscheint es doch nicht ganz undenkbar, dass das Material sehr feiner Tuffe auch wirklich aus dem Krater eines Vulcans in schlammartigem Zustande hervorbrechen kann, wenn ein sehr starker und anhaltender Ausbruch von Asche zugleich mit einer sehr reichlichen Entwickelung von sehr heisser Wasserdämpfen verbunden ist. Der gewöhnliche Hergang ist jedoch folgender. Wenn ein während einer sehr langen Periode der Ruhe gebildeter Kratersee, in Folge plötzlich eingetretener gewaltsamer Bewegungen des Vulcans, zum Durchbruche gelangt, so dass seine Wassermassen über die Flanken des Berges hinabstürzen; oder auch, wenn während der fortdauernden Eruption von Asche, Sand und Schlacken wolkenbruchähnliche Regengüsse auf dem Abhange des Berges niedergehen, so werden sich nothwendig mächtige Schlammströme herabwälzen, welche aus zusammengefluthetcn losen Auswürflingen und aufgewühlten älteren Schuttmassen bestehen, und später im ausgetrockneten Zustande eigenthümliche Tuffe und Conglomerate darstellen, welche man wohl Schlammlava genannt hat.

Auf diese Weise deutete Ponzi die merkwürdige Peperin-Ablagerung des Albaner Gebirges, und C. v. Oeynhausen die Trassbildung des Brohlthales auf dem linken Rheinufer.

Der Peperin, von welchem Leopold v. Buch bereits im Jahre 1809 eine treffliche Beschreibung gab, welche neuerlich durch Gerhard vom Rath in gründlicher Weise vervollständigt wurde, ist eine ganz eigenthümliche Breccie, wie sie kaum von einem anderen Puncte der Erde bekannt sein dürfte **). Eine aschgraue bis gelblichgraue, erdige doch ziemlich feste Grundmasse (Aschentuff) enthält Krystalle von Augit, Glimmer, Leucit und Magneteisenerz, auch Körner von Olivin; ferner als besonders auffallende Einschlüsse, kleine und grössere, stellenweise wahrhaft colossale Bruchstücke von weissem, körnigen bis dichten Kalkstein und von schwarzem Leucitophyr; endlich Aggregate von Augit und Glimmer, in denen sich auch Melanit, Ceylanit, Melilith, Hauyn (blauer und farbloser) vorfinden.

---

*) Vergl. auch Abich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 9, 1857, S. 534.

**) L. v. Buch, Geogn. Beobb. auf Reisen u. s. w. B. II, 1809, S. 70 ff., und G. vom Rath, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, 1866, S. 540 ff.

Dieses seltsame Gestein verbreitet sich über einen elliptischen Raum von 5 und 4 Miglien Durchmesser, in dessen Mitte der Albaner See (oder Lago di Castello) eingesenkt ist, an welchem der Peperin seine grösste Mächtigkeit von mehr als 800 Fuss erreicht: deshalb und weil dort, sowie am See von Nemi die Kalkstein- und Leucitophyrblöcke am häufigsten und grössten sind, vermuthet Ponzi den Eruptionsschlund des ganzen Materials in der östlichen Hälfte des Albaner Sees*). Das Gestein ist mehr oder weniger deutlich geschichtet, und umschliesst nicht selten Zweige und Stämme von Bäumen, welche keine Spur von Verkohlung oder sonstiger Einwirkung grosser Hitze erkennen lassen; nach unten wechselt es mit Aschenschichten, in denen flach niedergestreckte Pflanzenabdrücke, namentlich von *Lolium perenne*, gar häufig vorkommen. Der Peperin verdankt seine Entstehung vielfach wiederholten vulcanischen Ausbrüchen, deren Material als Asche und vulcanischer Sand, untermengt mit zahlreichen Krystallen und mit Felsblöcken tiefer anstehender Gesteine, durch gewaltige Regengüsse in einen schlammartigen Zustand versetzt, sich um den Eruptionsschlund ablagerte und ausbreitete.

Der Peperin ist die jüngste vulcanische Bildung im Gebiete des Albaner Gebirges, auf dessen Schlacken und Tuffen er abgelagert ist; ja, Ponzi und Rossi haben die Beweise geliefert, dass der Mensch Zeuge nicht nur dieser letzten, sondern auch der früheren Eruptionen gewesen ist, durch welche das eigentliche Albaner Ringgebirge und dessen Centralkegel Monte Cavo gebildet wurden**).

Dass der Trass oder Duckstein, dieser feine, oft mit zersetzten Leucitkrystallen erfüllte Bimssteintuff der Gegend von Obermendig, Bell und Brohl, unweit Andernach, ursprünglich als ein Schlammstrom aus dem Erdinnern hervorgebrochen sei, diess hatte Steininger bereits im Jahre 1820 ausgesprochen***), und noch später in seiner Geognostischen Beschreibung der Eifel vom Jahre 1853 mit Consequenz behauptet. Nimmt man an, sagte er, dass die Bimssteine in den Vulcanen eben so zu Staub zertrümmert werden konnten, wie die übrigen Laven und selbst die Gesteine des Schiefergebirges, und dass dieser Bimssteinstaub, durch Dämpfe breiartig erweicht, in Strömen ausgestossen wurde, so ist das unverkennbar Mechanische (Klastische) und zugleich die Festigkeit des Trasses sowie sein Vorkommen leicht erklärbar. Die schlammigen Massen des Ducksteins sind durch das Brohlthal bis an den Rhein hinabgeflossen, und hatten Hitze genug, um die Aeste und Baumstämme zu verkohlen, welche sie in ihrem Wege antrafen.

Leopold v. Buch erklärte sich gleich anfangs mit dieser Ansicht einverstanden, dass der Trass nur als ein Moja zu betrachten sei, und C. v. Oeynhausen ist ihr in seinen Erläuterungen zu der geognostisch-orographischen Karte der Umgebung des Laacher Sees (1847) ganz entschieden beigetreten. Indem er den Duckstein für eine Schlammlava erklärt, bemerkt er, dass dieselbe nicht aus Krateren, sondern aus Spalten hervorgebrochen zu sein scheine, welche unter dem Schlamme verhüllt liegen; alle Erscheinungen deuten darauf hin, dass die Massen durch Gluth und Wasser breiartig flüssig hervorgequollen sind, oft so flüssig, dass sie weit ablaufende Schlammströme in den Thälern des Brohlbaches und des Krufter Baches bildeten. In der Gegend von Rüden (Rieden) zeigt der Duckstein seine grösste Entwickelung, und dort hält er auch keine Bimssteine, während dergleichen weiter abwärts im Brohlthale recht häufig vorkommen. Uebrigens ist die ganze Bildung jünger als der

---

*) Leopold Gmelin war schon der Meinung, dass die Seen von Albano und Nemi die Kratere waren, aus denen der Peperin nach und nach ausgeworfen wurde. Schweigger's Journal für Chemie u. Physik, B. 15, 1815, S. 11.

**) Vergl. die interessanten Mittheilungen von Roth, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 22, 1870, S. 254 ff.

***) Die erloschenen Vulcane in der Eifel, 1820, S. 123 ff.

Löss, und wird vielorts von Bimsstein-Lapilli bedeckt. Alexander v. Humboldt und auch v. Dechen erklären sich jedoch gegen diese Ansicht.

Wir glauben die Betrachtung der Lavaformation mit der Beschreibung wenigstens eines der grösseren Vulcane oder vulcanischen Gebirges beschliessen zu müssen, wozu wir denn den Vesuv, als den am meisten studirten Vulcan Europas wählen.

## §. 510. *Beschreibung des Vesuvgebirges.*

Von allen Vulcanen (sagt Roth, in der Vorrede zu seinem vortrefflichen Werke über den Vesuv *)) ist der Vesuv, als der am leichtesten zugängliche, am genauesten bekannt und am meisten beobachtet worden; ja man kann wohl behaupten, dass sich die Theorie der Vulcane an ihm entwickelt habe.

### Topographie des Vesuvgebirges.

Mitten aus der mit trachytischen Tuffen bedeckten Ebene Campaniens erhebt sich, beinahe 2 Meilen östlich von Neapel, frei und isolirt das im Allgemeinen kegelförmige Gebirge des Vesuv, gegenwärtig fast zu 4000 par. Fuss Höhe über dem Meeresspiegel. Der Durchmesser seiner ziemlich kreisförmigen Grundfläche beträgt etwas über 2, der Umfang derselben fast $6^{1}/_{2}$ geographische Meilen, und ihr Areal $3^{3}/_{4}$ Quadratmeilen. Schon diese Dimensionen berechtigen dazu, den Vesuv zu den vulcanischen Gebirgen, und zwar zu den domförmigen Gebirgen (S. 394) zu rechnen; was denn auch durch seine Zusammensetzung vollkommen bestätigt wird.

Schon von Neapel aus erkennt man auf den ersten Blick, dass das ganze Gebirge aus zwei verschiedenen Theilen besteht, nämlich aus dem centralen eigentlichen Vesuvkegel, und aus einem fast halbkreisförmig um diesen herumlaufenden Bergwall, dem Monte Somma. Die Somma umgiebt den eigentlichen Vesuv auf seiner Nord- und Ost-Seite, und zwischen beiden verläuft ein hufeisenförmiges Thal, das Atrio del Cavallo, welches einerseits von den sehr schroffen inneren Felsenwänden der Somma, anderseits von dem äusseren Abhange des Vesuv eingeschlossen wird.

Die Somma beginnt nordwestlich von der Axe des Centralkegels, gleich jenseits eines vom Fusse des letzteren radial auslaufenden, Monte de' Canteroni genannten Kammes, auf welchem die Einsiedelei del Salvatore, weiter einwärts das königliche Observatorium und zuletzt, am Anfange des Atrio del Cavallo, das Kreuz la Croce del Salvatore steht. Die Höhe dieses Kammes beträgt bei der Einsiedelei 1834, bei dem Observatorium 1877, und bei dem Kreuze ungefähr 2220 par. Fuss **). Auf der Südseite desselben zieht die Schlucht Fosso grande, auf der Nordseite die Schlucht Fosso Vetrana herab, welche weiter abwärts den Namen Fosso Faraone führt, und ganz oben den westlichen Anfang des Monte Somma begränzt.

* Der Vesuv und die Umgebung von Neapel; Berlin, 1857, S. III.

**) Diese und viele andere Angaben entlehnen wir aus dem schätzbaren Werke von Julius Schmidt: Die Eruption des Vesuv im Mai 1855, Wien und Olmütz, 1856.

Von dort aus zieht sich der vielfach eingezackte und bald 3000 Fuss Höhe erreichende Sommawall halbkreisförmig um die Axe des Centralkegels, über Norden und Nordosten bis nach einem fast genau östlich von dieser Axe liegenden Puncte, erreicht genau nördlich von derselben Axe in der Punta Nasone seine grösste Höhe von 3463 par. Fuss, und sinkt an seinem östlichen Ende in den Cognuli di fuori bis auf 2220 Fuss herab.

Die Neigung des äusseren Abfalls der Somma beträgt ganz oben auf der Nordseite über 25°, auf der Nordostseite noch 22°, wird aber abwärts immer geringer, bis sie am Fusse bei dem Dorfe Somma kaum noch 3° erreicht. Während sich also der Sommawall nach aussen doch nur mit Winkeln zwischen 20 und 26° abdacht, so zeigt er nach innen, gegen das Atrio del Cavallo ausserordentlich schroffe, unter Winkeln von 50 bis 70° geneigte Abstürze. Eine grosse Menge von Schluchten und kleinen Thälern zieht sich, meist in radialer Richtung, auf dem äusseren Abhange der Somma herab, während am inneren Abhange coulissenartig vorspringende Felspfeiler und scharfe Einschnitte (*Canale*) mit einander abwechseln. Uebrigens gewährt der Wall der Somma allen denjenigen Ortschaften, welche an seinem Fusse gelegen sind, einen Schutz vor den vom Centralkegel herabfliessenden Lavaströmen.

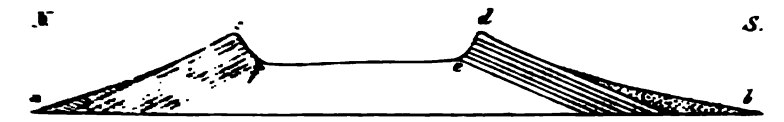
Das Atrio, oder das Thal zwischen dem Sommawalle und dem Centralkegel, hat in seiner Krümmung von Westen nach Osten etwa 16000 Fuss Länge, bei einer mittleren Breite von 2400 Fuss. Sein Boden ist aber nicht horizontal, sondern erhebt sich am höchsten bis zu 2500 Fuss unter der Punta Nasone, und fällt von dort nach beiden Seiten ab, so dass er am Rande des Fosso Vetrana 2240, bei den Cognuli di fuori aber nur 2160 Fuss hoch liegt. So befindet sich also unter der Punta Nasone eine Lavascheide für den Abfluss aller von der nördlichen Hälfte des Vesuvkegels herabkommenden Lavaströme, welche, im Atrio angelangt, entweder nach Westen oder nach Osten abgelenkt werden, je nachdem sie den Boden desselben westlich oder östlich von seinem Culminationspuncte erreichen. Die Punta Nasone, der höchste Gipfel des Sommawalls, ragt 960 Fuss über dem Atrio auf, und bildet einen scharfen schnabelförmigen Vorsprung, von dessen südlichster Spitze man senkrecht in das Atrio hinabzusehen glaubt, und sich des grossartigen Anblicks des in seiner ganzen Majestät aufragenden Vesuvkegels erfreut.

Der Monte Somma ist jedoch nur der Ueberrest oder die rückständige Ruine des ehemaligen vollständigen und grösseren Kraterwalles, mit welchem der Vesuv in früheren Zeiten, bis zum Jahre 79 nach Christo, als ein seit Menschengedenken erloschener Vulcan aufragte.

Nach der Beschreibung, welche Strabo vom Vesuv giebt, war zu seiner Zeit der Berg mit schönen Feldern bedeckt bis an seinen Gipfel, welcher zwar grossentheils eben, aber völlig unfruchtbar war, und dessen Gestein so erschien, als ob es vom Feuer angefressen wäre; weshalb man schliessen möchte, dass er ehemals brannte und Feuerkratere hatte, welche aber erloschen sind. — Bringt man diess in Verbindung mit der von Florus berichteten Thatsache, dass zur Zeit des Sclavenkrieges Spartacus sich mit 10000 Mann auf dem Vesuv gelagert habe, und bedenkt man, dass keiner der früheren Schriftsteller die zweigipfelige Gestalt des Berges

erwähnt, auch Plinius in seiner Naturgeschichte den Vesuv gar nicht unte
feuerspeienden Bergen mit aufführt, so ist es wohl gar nicht zu bezweifeln
der damalige Vesuv als ein seit Menschengedenken erloschener Vulcan mit
weiten flachen Krater versehen war, und erst bei dem plötzlichen Wiedererw
der vulcanischen Thätigkeit im Jahre 79 zu seiner jetzigen Gestalt gelangte,
bei dieser äusserst heftigen Eruption der grössere Theil des alten Krater
zerstört, in seiner Mitte aber der neue Eruptionskegel gebildet wurde, welch
seiner Zeit den eigentlichen Mittelpunct aller Eruptionen darstellt.

Das Sommagebirge in seiner ursprünglichen Gestalt vor dem Jahre 79
also ungefähr so vorzustellen sein, wie es nachstehendes von Julius Schmid
zeichnetes Diagramm des nordsüdlichen Durchschnittes darstellt, von welcher
ostwestliche Durchschnitt nicht wesentlich verschieden gewesen sein dürfte.




In diesem Profile bedeutet a den nördlichen Fuss des Gebirges bei dem
Somma, b den südlichen aus dem Meere aufsteigenden Fuss, *fe* den ehem
Kraterboden, c die jetzige Punta Nasone, *cf* den inneren Steilabfall der Somma
*de* den gegenüberliegenden, aber bei der Eruption vom Jahre 79 zertrümm
und zerstiebten Theil des alten Kraterwalles.

In welcher Weise durch diese Eruption die Umgestaltung des Gebirges
zogen wurde, und die noch gegenwärtig vorliegenden Verhältnisse zur Ausbi
gelangt sein mögen, dies zeigt ungefähr das folgende

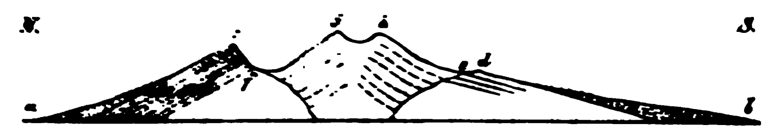



Diagramm desselben nordsüdlichen Durchschnittes, in welchem bei *c* aberma
Punta Nasone, bei *f* der Boden des Atrio del Cavallo, zwischen *f* und *e* der Erupt
kegel mit seinem Krater *gh* dargestellt ist, wie solcher im Winter 1822 ersc
Die punctirten Partieen bedeuten die äussere Tuffbedeckung.

Der südöstliche, südliche und südwestliche Theil des ehemaligen Kr
alles ragt also jetzt nicht mehr sichtbar auf, ist aber nach seinem Verlaufe
nigermaassen erkennbar, wenigstens auf der südöstlichen Seite, wo st
n den Cognuli di fuori auf den Karten ein kreisförmig verlaufender stu
satz des Terrains hervortritt, welcher sich stellenweise bis gegen den o
ıfang des Fosso grande verfolgen lässt. Oberhalb dieses Absatzes dehnt
s rauhe, le Piane, zum Theil auch Pedementina genannte Lavagebiet
ährend unterhalb desselben auf dem Abhange radiale Jöcher und Schlu
s an den Fuss des Gebirges hinablaufen.

Ueber dem wüsten Lavafelde le Piane einerseits und dem Atrio del Ca
derseits erhebt sich nun der eigentliche Eruptionskegel des Vesuv, we
hr nahe central in Bezug auf den halbkreisförmigen Sommawall steht.
sis hat ungefähr 8800 Fuss im Durchmesser; seine Höhe aber ist eben so
derlich, wie die Gestalt seines Gipfels und Kraters, welche während

…tionen bald durch Aufschüttung von Lava und losen Auswürflingen erhöht, … durch Einstürze oder explosive Zerstiebungen erniedrigt werden.

Bisher galt der nördlichste Punct des Gipfelkraters, die Punta del Palo (*g* in … Holzschnitte) als derjenige, welcher sich immer in gleicher Höhe erhalten …, und daher ein Gegenstand der Messung fast aller Geologen gewesen ist, …che den Vesuv bestiegen und untersucht haben. Julius Schmidt findet 620 …n oder 3720 par. Fuss als das der Wahrheit am nächsten kommende Mittel-…tat der zuverlässigsten Messungen. Aber auch die Punta del Palo (sagte er …einem 1856 erschienenen Werke) ist bereits durch die Eruptionen von 1850 … 1855 so verwüstet, dass sie vielleicht nicht mehr lange stehen wird. Am …lichen und südwestlichen Rande des Kraters waren die Veränderungen stets …eutender, und dort bildete sich während der Eruption im Februar 1850 ein …er Schuttkegel, welchen Schmidt die Punta di Pompeji nannte, und dessen …e im Jahre 1850 trigonometrisch zu 3974 par. Fuss bestimmt worden war; … grösste Höhe, welche der Vesuv bis dahin seit Menschengedenken gezeigt …e; allein schon im Jahre 1855 zeigte sie sich nach Schmidt um 66 Fuss ver-…dert. Gegenwärtig sind sowohl die Punta del Palo, als auch die Punta di …peji verschwunden, und die seit 1845 eingetretene Erhöhung des Krater-…des war, zufolge einer im April 1868 von Schiavoni ausgeführten trigono-…trischen Messung, schon so weit gediehen, dass damals der höchste Punct des …terrandes 3992,5 par. Fuss über dem Meere lag; das Maximum von Höhe, …ches beobachtet wurde, seit überhaupt Messungen vorhanden sind *).

Die mittlere Neigung der Aussenfläche des Centralkegels bestimmte J. Schmidt … April 1855

am nördlichen Abhange = 31° 45′, nach 94 Beobachtungen,

am südlichen Abhange = 29° 41′, nach 61 Beobachtungen;

…n kann daher in runder Zahl 31° als den allgemeinen Mittelwerth betrachten; …ch fand derselbe Beobachter die Neigung des nördlichen Abhanges im Monate …, während und nach der daselbst aus einer radialen Spalte Statt gefundenen …uption nach 103 Beobachtungen nur 29° 40′, also um 2° 5′ vermindert.

Was die auf der Oberfläche des Gebirges vorkommenden parasitischen …gel als Producte seitlicher Durchbrüche betrifft, so sind deren nach Schmidt … gegen 30 vorhanden. Der grösste ist der östlich von Torre del Greco über …e Umgebung an 250 F. hoch aufragende Schlackenberg, auf welchem Camal-… della Torre liegt. Nordöstlich von diesem erheben sich die 5 oder 6 male-…chen Kegel Voccoli, welche im Jahre 1760 längs einer Spalte gebildet wur-…n **), und von denen der grösste wohl noch 120 F. hoch ist, während sein …terrand 160 F. im Durchmesser hat. Nördlich von Camaldoli liegen, ungefähr …tten zwischen dem Vesuvkegel und Torre del Greco, die aus braunrothen

---

*) Nach der Mittheilung von Roth, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 21, 1869, …46. Wenn die im J. 1869 von Verneuil ausgeführte Messung zuverlässig ist, so wäre die …he damals wieder um 24 Fuss vermindert gewesen.

**) Es entstanden damals eigentlich 15 Kegel, von denen jedoch später nur 7 übrig …eben. Vergl. Roth, a. a. O. S. 57.

Schlacken bestehenden Bocche nuove, acht bei dem Ausbruche von 1794 en standene Kratere, aus denen die Lava hervorströmte, welche damals die Sta Torre del Greco zum Theil bedeckte; die meisten derselben wurden dur spätere Ausbrüche unter Lapilli und Sand begraben, doch fand Schmidt d südlichsten Krater noch über 70 Fuss tief. Viele kleinere parasitische Kegel v 10 bis 30 Fuss Höhe liegen auf dem Gipfelplateau des Gebirges, im Atrio d Cavallo und am Fusse des Centralkegels, bisweilen reihenförmig nach ei radialen Linie geordnet, und oft mehr oder weniger verschüttet unter den Law oder losen Auswürflingen späterer Eruptionen.

Aufmerksamkeit verdient es, sagt Julius Schmidt, dass an der Südseite d Vesuv die parasitischen Durchbrüche so weit gegen die See hinabsteigen, und in der campanischen Ebene liegen. Der völlige Mangel des hohen Sommawalles dieser Seite, verbunden mit der niedrigen bis zum Meere reichenden Lage seitlichen Eruptionskegel führt leicht zu der Ansicht, dass die Katastrophe w Jahre 79 nach Christo mit ihrer grössten Gewalt gegen Südosten gewirkt ha Schmidt, a. a. O. S. 127.

### §. 511. *Fortsetzung; Geognostische Verhältnisse der Somma.*

Indem wir uns zur Betrachtung der geognostischen Verhältnisse des Ves gebirges wenden, nimmt unsere Aufmerksamkeit zuvörderst der Monte Som in Anspruch, als der älteste Theil desselben und als der noch sichtbare Ueber seines bei der Eruption von 79 grossentheils zerstiebten ehemaligen Kraterrand Auch bildet er wohl in seiner unter den Tuffen, neueren Laven und Schlack verborgenen Ausdehnung noch gegenwärtig den Hauptkörper des ganzen G birges *).

1) Monte Somma.

Derselbe besteht hauptsächlich aus einem mächtigen Systeme von alt Lavabänken nebst dazwischen eingeschalteten Schlacken, aus einer gross Menge von Lavagängen, und aus einer auf dem äusseren Abhange abgelagerte Tuffbildung **).

a. Lavabänke und Schlackenschichten.

Die Lavabänke der Somma bestehen aus Leucitophyr von aschgrauer, röth licher oder gelblicher, feinkörniger bis dichter, oft mehr oder weniger porös Grundmasse, welche erbsen- bis haselnussgrosse Leucitkrystalle und Augi enthält, zu denen sich Magneteisenerz, Olivin und Glimmer als accessorisch Gemengtheile gesellen.

---

*) Daher sagte Montlosier nicht mit Unrecht: *Ce qu'on appelle aujourd'hui mo Vésuve, est un misérable usurpateur; ce qu'on appelle mont Somma est le reste legiti du véritable ancien mont Vésuve. Bull. de la soc. géol. t. II.*, 1834, *p.* 397.

**) Wir entlehnen das Folgende aus Necker's Abhandlung über die Somma. in Nogg rath's Sammlung von Arbeiten über Feuerberge, B. II, 1825, S. 111 ff.; Dufrénoy, *Mémoi sur les terrains volc. des environs de Naples*, im vierten Bande der *Memoires pour servir a descr. géol. de la France*, p. 227 ff.; Roth, der Vesuv und die Umgegend von Neapel, 185 unter Benutzung der Arbeiten von Hoffmann, Leopold v. Buch, Girard u. A.

Die verschiedenen Bänke unterscheiden sich meist nur durch die verschiedene ... und Quantität der Einsprenglinge, sowie durch die grössere oder geringere ...igkeit ihrer Grundmasse. Ihre Oberfläche ist weniger krystallinisch ausge...t, gewöhnlich schlackig und oft gekräuselt; ihre Mächtigkeit beträgt meist ...s 6 Fuss, bleibt sich aber nicht gleich, wie man an dem schroffen Abhange Atrio del Cavallo beobachten kann, welcher sie ungefähr in der Richtung ihres ...chens durchschneidet; wenn sie auch in ihren Querschnitten oft eine bedeu...de Ausdehnung zeigen, so fehlt ihnen doch der genaue Parallelismus ihrer ...- und Unterfläche, bis sie sich endlich nach beiden Seiten hin auskeilen. ...elne Bänke zeigen eine weit grössere Mächtigkeit; wie z. B. diejenige, welche Punta Nasone bildet, und nach Dufrénoy gegen 6 Meter stark ist.

Zwischen den Lavabänken liegen Schichten von Schlackenconglomerat, vul...chem Sande und Asche, welche letztere bisweilen in einen schwarzen Tuff ...andelt ist. Nach Hoffmann sind die Conglomeratschichten oft stärker als die ...bänke, während beide hundertfältig mit einander abwechseln.

Alle diese Bänke und Schichten fallen im eigentlichen Walle der Somma, in seinem oberen, sichtbaren Theile, nach Dufrénoy im Mittel 26°, nach ...er bis 30° auswärts. Da nun dieser Wall in seinem Verlaufe fast halbkreis...g gekrümmt ist, und da die im Atrio del Cavallo entblössten Querschnitte Lavabänke und Schlackenschichten fast horizontal erscheinen, so stellen diese ...e und Schichten in ihrer Gesammtheit die Hälfte eines kegelförmigen Schich...ystems dar. Nur darf man nicht vergessen, dass keiner jener Querschnitte der ganzen Innenseite der Somma stetig zu verfolgen ist, sondern dass ein ...r derselben nach längerem oder kürzerem Verlaufe auf beiden Seiten zur ...keilung gelangt; was auch begreiflich ist, weil die meisten dieser Lavabänke Lavaströme gebildet wurden, deren Breite weit geringer zu sein pflegt als ... Länge.

Obgleich nun die Leucitophyr-Ströme nur in dem jetzt noch aufragendem ...mmawalle zu beobachten, ausserdem aber durch Tuffe, sowie durch neuere ...men, durch Schlacken, vulcanischen Sand und Asche verdeckt sind, so unter...gt es doch keinem Zweifel, dass sie sich weiter hinaus erstrecken, ja dass sie ... Theil bis an die Gränze des ganzen Vesuvgebirges reichen, und dass ähn...e Ströme wohl nach allen Seiten hinabgeflossen sind.

Diess wird schon durch folgende Thatsachen erwiesen. »Das am nördlichen Fusse des Vesuvgebirges liegende Dorf Somma steht auf Sommaströmen; man fand dort vier, von denen der unterste erst bei 300 Fuss Tiefe durchsunken wurde. Ferner gehört hierher am südöstlichen Gebirgsfusse der Strom, auf welchem Pompeji steht; der bei Cisterna, welcher Mühlsteine liefert und 12 Meter Mächtigkeit erreicht: der von Ottajano, auf welchem der Pallast des Fürsten erbaut ist. In der Gegend von Nola liegt mehrorts Sommalava in 15 bis 20 Meter, bei Cacciabella in 21, und in Madonna del' Arco in 19 Meter Tiefe. Breislak erwähnt noch zwei über einander liegende Ströme am Wege von Pollena nach der Somma, und einen bei der Eremitage del Castello«. (Roth, der Vesuv, S. XL.)

b. Lavagänge.

Das Schichtensystem der Somma wird von Lavagängen durchschni welche in erstaunlicher Menge auftreten und ganz besonders zu der Schro des äusseren Abhanges des Atrio del Cavallo beitragen. Diese Gänge best gleichfalls aus Leucitophyr; nur ist ihr Gestein compact und nicht porös, ii Mitte grobkörnig, an den Salbändern feinkörnig bis dicht, in seltenen F sogar glasartig; immer schneidet aber die Gangmasse scharf am Nebenges ab. Ihre Mächtigkeit beträgt 1 bis 12 Fuss; ihrer Ausdehnung nach sind sie verschieden, indem viele von unten noch oben durch den ganzen Abhang Somma setzen, andere in einer gewissen Höhe aufhören, einige aber sich oben wie nach unten auskeilen. Necker hebt es hervor, dass die nach oben schwindenden Gänge gewöhnlich plötzlich und mit voller Mächtigkeit aufhö was vermuthen lässt, dass sie mit Lavabänken zusammenhängen, in welch unmittelbar übergehen.

Die Lavagänge der Somma haben meist ein starkes Fallen, stehen oft tical, und streichen gewöhnlich in radialer Richtung von der Axe des Be als ob sie von einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte ausliefen, was wohl gewöhnlich der Fall gewesen sein wird. Bei ihrer grossen Anzahl finden nicht selten die bei dem Zusammentreffen der Gänge so gewöhnlichen Ers nungen der Scharung, Schleppung, Durchsetzung und Verwerfung. Ma Gänge zeigen eine Ramification, wofür Necker einige sehr auffallende Beis vom Fusse der Punta Nasone erwähnt und abbildet; viele aber sind mit e prismatischen Absonderung versehen, welche rechtwinkelig auf ihre Salbä erfolgte, daher denn die senkrechten Gänge wie geklaftert erscheinen und, w sie in schräger Richtung abgebrochen sind, treppenförmig aufsteigen*). S häufig wurde das Nebengestein weit tiefer einwärts zerstört und abgetragen das Ganggestein, in welchem Falle die Gänge wie Mauern aus den Felswä hervortreten; blickt man z. B. von der Höhe des Sommawalles hinab in Atrio, so sieht man sie wie dicke Mauern aufragen, welche bei ihrer senkrec Stellung und gleichmässigen Dicke wie von Menschenhänden gemacht erschei

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass alle diese zahlreichen Gänge Somma nichts Anderes sind, als das Ausfüllungsmaterial von Spalten, w bei den gewiss vielfach wiederholten Eruptionen des alten, ursprüngl Vesuvgebirges in den Flanken desselben aufgesprengt und mit Lava in wurden; was denn im Laufe der Zeiten eine allmälige Anschwellung und stärkere Aufrichtung des ganzen Schichtensystems zur Folge hatte, wie die §. 504 (S. 398 ff.) erläutert worden ist. Viele Lavabänke sind wohl als I ströme aus dergleichen Gangspalten ausgeflossen, während andere als int sive Lager innerhalb des Schichtensystemes zur Ausbildung gelangt sein dü

*) Bei der Erwähnung dieser prismatischen Absonderung der Sommagänge be Breislak, dass durch Trennung der Prismen auf der Breite dieser Gänge zahlreiche S gebildet werden, welche an den Ursprung des schwedischen Namens Trapp erinnern. I der Geologie, übers. durch v. Strombeck, B. III, S. 375.

Im Allgemeinen kann man behaupten, sagt Necker, dass sämmtliche Gänge der Somma die gefüllten Kanäle sind, durch welche die Lava aus dem Inneren des Kegels sich auf dessen äussere Fläche durchgearbeitet hat. Ungeheuere Lavamassen können durch diese Kanäle ausgeflossen sein, gleichwie eine beträchtliche Masse Wassers durch eine enge Röhre ablaufen kann. So weit die Lava zwischen den starken Wänden gleichsam gefangen gehalten wurde, erstarrte sie vollkommen compact; wo sie aber frei geworden über die Seiten des Kegels sich ergoss, da wurde sie porös, schlackig und aufgetrieben. (Necker, über den Monte Somma, 1822; übers. v. Nöggerath, S. 164).

c. Tuffbedeckung der Somma.

Während der grössere Theil des ursprünglichen Vesuvgebirges, nach der Absprengung des südlichen und westlichen Theiles seines Kraterwalles, unter den Producten der zahlreichen späteren vesuvischen Eruptionen begraben worden ist, so lässt der jetzt noch rückständige, frei aufragende und Monte Somma genannte Theil desselben Gebirges auf seiner Aussenseite eine Tuffbedeckung erkennen, welche aus der Ebene Campaniens an seinem Abhange hoch hinaufsteigt. Dieser Tuff erscheint meist als ein Bimsstein-Conglomerat, besteht auch in seinen feineren und fast homogenen Varietäten wesentlich aus Bimsstein-Detritus, ist überhaupt sehr ähnlich jenem der phlegräischen Felder, welcher oben S. 424 beschrieben wurde, entspricht aber im Allgemeinen mehr dem grauen als dem gelben Tuffe*). Was ihn besonders auszeichnet und namentlich vom unteren Tuffe der nächsten Umgegend Neapels unterscheidet, diess ist das Vorkommen der Fragmente von Leucitophyr, von dolomitischem Kalkstein, von körnigem Kalkstein mit den bekannten schön krystallisirten Silicaten und anderen Mineralien, auch von Silicatblöcken mit eben dergleichen, und endlich von fossilhaltigen Gesteinsstücken; wogegen im Tuffe selbst eingeschlossene marine Fossilien zu fehlen scheinen.

Die Leucitophyrstücke stammen wohl aus dem Sommagebirge, und sind Auswürflinge, welche abgesprengt und zugleich mit dem wesentlichen Materiale des Tuffes ausgeworfen wurden.

Die dolomitischen Kalksteinstücke gehören wahrscheinlich dem Apenninenkalksteine an, sind oft mit Rissen und Sprüngen versehen, und nicht selten chemisch verändert.

Die Kalkblöcke mit den schönen Silicaten, sowie die lose im Tuffe als Blöcke vorkommenden Silicat-Aggregate, welche Roth als Silicatblöcke aufführt, sind wohl als metamorphische Auswürflinge des alten Sommavulcans zu betrachten. Wo Kalksteine von älteren eruptiven Gesteinen durchbrochen

---

*) Hierbei mag nachträglich zu S. 424 bemerkt werden, dass Girard und Haagen Mathiesen den grauen Tuff als *tufo bianco* aufführen, welcher Name also gleichfalls gebräuchlich sein mag. Uebrigens giebt Girard eine recht genaue Beschreibung desselben, wie er am Posilipp erscheint, wo er 3 bis 5 Fuss mächtige Schichten bildet, deren jede nach unten aus groben Bimssteinbrocken, nach oben aus ganz feinem Bimssteinstaub besteht. Auch die Discordanz der Lagerung bestätigt Girard, indem er angiebt, dass der gelbe Tuff am Posilipp bis 20° dem Vesuv entgegen fällt, während der graue Tuff nur eine geringe Neigung dorthin erkennen lässt. (Neues Jahrb. für Min. u. s. w. 1845, S. 779 f.)

wurden, da finden sich im Contacte oft ähnliche Silicate ausgebildet; dies macht es sehr wahrscheinlich, dass die kalkreichen Silicate der Sommablöcke durch das Zusammenschmelzen der Lava mit Apenninenkalkstein gebildet worden sind. Unter den losen Silicatblöcken unterscheidet Roth zwei verschiedene Reihen, je nachdem sie mehr auf Trachyt, oder auf augitische Gesteine zu beziehen sind; zu der ersteren rechnet er die Blöcke aus Sanidin, Hornblende und Augit, oft mit Nephelin, Sodalith, Glimmer und Magneteisenerz; zu der letzteren die aus Olivin, Augit und Glimmer bestehenden Blöcke. Die Kalksteinblöcke sind oft rundlich, die Silicatblöcke meist eckig. Nach Dufrénoy finden sie sich besonders häufig in den tiefsten Tuffschichten, welche zunächst über den Leucitlaven liegen.

Eine Uebersicht der in den Auswürflingen der Somma vorkommenden Mineralien gab Scacchi, im Neuen Jahrbuche für Min., 1853, S. 257; auch Roth, in seinem Werke über den Vesuv, S. 364. Die oben erwähnte Ansicht über die Bildung der Silicate in den Dolomitblöcken der Somma wurde schon im Jahre 1840 von Abich gelegentlich ausgesprochen. Er erklärte diese Blöcke für umgewandelte Trümmer des Apenninenkalksteins; bei der Neigung des Leucites, mit kohlensaurem Kalke zusammen zu schmelzen, und bei der Fähigkeit der Kieselsäure, sich in allen Verhältnissen mit der Kalkerde zu verbinden, sei die Bildung vieler Silicate bedingt gewesen. Daher treten in Spalten und Höhlungen des Kalksteins, Glimmer, Pyroxen, Vesuvian, Granat, Wollastonit, Ceylanit, Meionit, Anorthit u. s. w. in grösseren und deutlichen Krystallen auf. Poggend. Ann. B. 51, 1840, S. 519 f.

Was endlich die im Sommatuffe nur selten vorfindlichen conchylienhaltigen Sandsteine und Thone betrifft, so ist es ganz besonders hervorzuheben, dass sie keinesweges in stetig ausgedehnten Schichten, sondern nur in Fragmenten zwischen dem Tuffe vorkommen, und dass die Conchylien nicht lose und isolirt im Tuffe selbst liegen, sondern in diesen Fragmenten eingeschlossen sind*). Die Sandsteine sind grau oder röthlich, bald von gröberem bald von feinerem Korne, mehr oder weniger reich an Quarzsand und Glimmer, etwas thonig und kalkig, daher sie mit verdünnter Salpetersäure stark brausen; die Thone sind verschiedentlich (grünlichgrau, gelb und violett) gefärbt, und enthalten gleichfalls etwas Quarzsand und Glimmerschuppen. Guiscardi hält die Fragmente beider Gesteine für Gerölle oder Geschiebe, was jedoch nach Roth wenig wahrscheinlich ist. Die Conchylien finden sich im Sandsteine bald nur als Abdrücke oder Steinkerne, bald aber calcinirt, späthig oder auch noch ganz unverändert; im Thone kommen sie bisweilen in Schwefel verwandelt vor; alle aber gehören sie der Jetztwelt an, denn unter 93 von Guiscardi aufgeführten Species von Conchylien und Foraminiferen findet sich nur eine, die nicht lebend bekannt ist. Auch die Pflanzenreste, welche in den Tuffschichten des Fosso grande vorkommen, stammen nach Heer und Gaudin sämmtlich von noch jetzt in der

*) Zwar werden von Necker, Pilla u. A. marine Conchylien oder auch Abdrucke derselben innerhalb des Sommatuffes selbst angegeben; Guiscardi bemerkt jedoch, dass ihm davon kein Beispiel bekannt ist. (Roth, der Vesuv, S. 394). Dufrénoy legte ein besonders grosses Gewicht auf die von Lamarmora und Pilla gefundenen Kalksteinstücke mit noch ansitzenden Schalen von Serpula.

Umgegend des Vesuv lebenden Species ab *). Die conchylienführenden Gesteinsfragmente finden sich besonders im Fosso grande, im Fosso di Cancherone, in der Molara di Massa und an anderen Orten; überhaupt aber nur in der unmittelbaren Umgebung des Vesuv.

Ueber das Vorkommen derselben sprach sich Scacchi im Jahre 1851, gelegentlich seiner Schilderung des Vultur, folgendermaassen aus: An den äusseren Abhängen der Somma finden sich oft Gesteine mit marinen Resten: aber die Art, wie sie sich finden, scheint unzweifelhaft darauf hinzuweisen, dass sie bei den Ausbrüchen des alten Vesuv ausgeworfen wurden, und aus den dabei durchbrochenen neptunischen Schichten abstammen. Man hat bisweilen an der Somma ganze Gesteinsschichten mit marinen Resten angenommen und geschlossen, dass sie noch an den Stellen, wo sie ursprünglich abgelagert wurden, vorhanden seien, dass also der alte Vesuv ein submariner Vulcan gewesen sei. Aber diese muschelführenden Schichten finden sich nicht, sondern nur einzelne Kalk- und Mergelstücke mit Seemuscheln, und damit fällt auch der obige Schluss zusammen. (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, 1853, S. 43 f.). Damit ist auch Ewald einverstanden, welcher es hervorhebt, dass diese Fossilien zwar mit jenen übereinstimmen, welche in dem Tuffe der phlegräischen Felder vorkommen, sich aber von diesen wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie nicht unmittelbar in dem Tuffe eingebettet sind, sondern in Gesteinen liegen, welche sich an der Somma als Auswürflinge nur auf secundärer Lagerstätte befinden. (Dieselbe Zeitschrift, B. 7, 1855, S. 303).

Die bisher geschilderte Tuffbildung lässt sich ringsum auf dem äusseren Abhange der Somma verfolgen; sie wird nach unten immer mächtiger, reicht aber aufwärts bis zur Höhe der Einsiedelei, also beinahe 1900 Fuss hoch über den Meeresspiegel; ja nach Dufrénoy findet sie sich bis an den oberen Rand der Somma, jedoch nur in einzelnen Lappen, während weiter abwärts die Region ihrer stetigen Verbreitung durch die weisse Farbe des Bodens, durch die vielen in ihn eingerissenen Schluchten und Racheln, und durch die Weingärten bezeichnet wird. Wie aber der Sommatuff vom Hügel des Eremiten und vom Fosso grande aus auf dem ganzen nördlichen und östlichen Abhange, über Sta. Anastasia, Somma und Ottajano vorhanden ist, so sind wir auch berechtigt, ihn auf der westlichen und südlichen Seite des Gebirges vorauszusetzen, obgleich er dort grösstentheils unter den neueren Laven und vulcanischen Schuttmassen begraben wurde. Nach Leopold v. Buch tritt er in vielen Schluchten oberhalb Torre del Greco und Bosco tre Case deutlich zu Tage aus.

Auch der Tuff, welcher Herculanum und Pompeji bedeckt, gehört wohl hierher, obgleich er sich nicht mehr an seiner ursprünglichen Ablagerungsstelle befindet, sondern bei der Eruption im Jahre 79 von höher gelegenen Puncten herabgeschwemmt worden ist. Derselbe beginnt bei den Bädern von Portici, und besteht aus vielen grösseren und kleineren Bimssteinbrocken nebst Bruchstücken von Leucitophyr und von Kalkstein, selten von körnigem Feldspathgestein. Grobe Conglomeratstreifen wechseln mit der feinkörnigen bis erdigen aber festen Hauptmasse; darin schwarze Schweife von vulcanischem Sande und Schlackenbrocken, welche die Führer Lava nennen, was den Irrthum veranlasst hat, als ob Hercu-

*) Heer, *Flora tertiaria*, III, p. 284.

lanum von Lava bedeckt worden sei. Mit fast horizontalen Schichten liegt dieser regenerirte Tuff 30 bis 90 Fuss hoch über dem Boden von Herculanum. Pompeji wird vorherrschend von Bimssteinen bedeckt, dazwischen liegen viele Stücke von körnigem Kalkstein und Dolomit, seltener von Leucitlava und Feldspathlava; die Bedeckung ist jedoch viel weniger mächtig, als bei Herculanum*).

Die Tuffschichten der Somma haben eine geringere Neigung, als die Lavabänke des Sommawalles; dieselbe scheint nach Dufrénoy nicht über 10° zu betragen; auch Necker erwähnt in den Schluchten unterhalb der Einsiedelei mehr oder weniger mächtige, aber nur wenig geneigte Schichten, deren Fallen dem Abhange des Bodens parallel ist. Wahrscheinlich besitzen aber auch die Lavabänke und Schlackenschichten der Somma weiter auswärts eine geringere Neigung als in dem eigentlichen Sommawalle, wo sie durch die Eindrängung zahlreicher Lavagänge stärker aufgerichtet worden sind, als sie wohl ursprünglich abgelagert waren.

Uebrigens sprechen alle Verhältnisse dafür, dass das Material des Sommatuffes aus dem alten, noch vollständigen Sommavulcane ausgeworfen worden ist; bei diesen Eruptionen wurden auch zahlreiche Fragmente des durchsprengten Apenninenkalksteins sowie des ihn in der Tiefe überlagernden jungen Sandsteins mit herausgefördert, wobei es freilich auffallend ist, dass diese letzteren keine Veränderungen erlitten haben, während solchen viele Kalksteine ganz unzweifelhaft unterworfen gewesen sind.

### §. 512. *Geognostische Verhältnisse des Vesuv.*

2) Vesuv.

Was den jetzigen Vesuv, d. h. den seit dem Jahre 79 in der Mitte des alten Sommakraters entstandenen und bis heutzutage mehr oder weniger thätig gewesenen Eruptionskegel betrifft, so wurde bereits oben (S. 435) bemerkt, dass die Gestalt und die Dimensionen seines Kraters sowie die Höhe des ganzen Berges sehr wechselnd sind, weil die successiven Eruptionen bald diese, bald jene Veränderungen zur Folge hatten.

Nachdem durch jene seit Menschengedenken erste und gewaltigste Eruption vom Jahre 79 die jetzigen Verhältnisse überhaupt zur Ausbildung gelangt waren, welche eine Unterscheidung zwischen Somma und Vesuv nothwendig gemacht haben, so ist das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Berge dadurch manchen Wechseln unterworfen gewesen, dass der Monte Somma nach Form und Höhe ziemlich constant blieb, während der Vesuv in beiderlei Hinsicht mancherlei auffallenden Veränderungen unterlag.

Gewöhnlich ragt der Vesuvkegel höher auf, als die Punta Nasone oder der Gipfelpunkt des Sommawalles, und im Jahre 1868 erreichte dieses Verhältniss

* Hoffmann, Geognost. Beobb. auf einer Reise durch Italien u. Sicilien, 1839, S. 212 u. 219. Schon Leopold v. Buch hob die Unähnlichkeit der Massen hervor, unter denen einerseits Herculanum und anderseits Pompeji begraben wurden; Geogn. Beobb. auf Reisen u. s. w. B. II, S. 167, Anm.

sein Maximum, indem damals der höchste Punct des Vesuvs 530 par. Fuss über jener Punta lag; es ist aber auch bisweilen das Gegentheil vorgekommen. Vor der sehr heftigen Eruption im December des Jahres 1631, welcher eine so lange Periode der Ruhe vorausgegangen war, dass im Krater und auf dem äusseren Abhange des Vesuvkegels grosse Bäume wuchsen, da war dieser Kegel etwa 40 Meter höher, nach dieser Eruption aber ein paar hundert Meter niedriger als die Somma. Am Ende des Jahres 1689 hatte der Vesuv zwei Kratere, von denen der äussere den inneren regelmässig umschloss: die Ränder beider lagen jedoch tiefer, als der Sommagipfel. Vor dem Ausbruche im Mai des Jahres 1737 waren Vesuv und Somma fast von gleicher Höhe*).

Welche Umwandlungen aber im Laufe der Zeiten die Gestalt des Vesuvgipfels erlitten hat, wie dort bald ein einfacher, vollständiger oder theilweise zertrümmerter Krater vorhanden war, bald zwei oder mehre, entweder sich gegenseitig umschliessende oder regellos neben einander gestellte Kraterkegel zugleich aufragten; wie der Kraterboden bald hoch, bald tief lag, und bald eine fast ebene Fläche, bald einen schroffen Abgrund darstellte; darüber und über so manches Andere belehren uns die von so vielen ausgezeichneten Forschern des Vesuvgebirges gelieferten Berichte und Bilder. Das grosse Lavafeld aber, welches den eigentlichen Kegel unmittelbar umgiebt, bildet eine nach aussen geneigte Fläche.

Wie der Sommawall, so besteht auch der Vesuvkegel aus einer Abwechslung von Lavabänken mit Schichten von Schlacken, Lapilli und vulcanischem Sande, welche eine dem äusseren Abhange entsprechende Neigung besitzen, und von mehr oder weniger zahlreichen Lavagängen durchsetzt werden. So beobachtete es Poulett Scrope in dem weiten Krater nach der gewaltigen Eruption vom Jahre 1822; die von Gängen durchschnittenen unregelmässigen Lavabänke und Schlackenschichten, welche an den Kraterwänden hervortraten, fielen sichtbar von einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte aus nach allen Seiten unter demselben Winkel, wie der äussere Abgang des Kegels. Als Fr. Hoffmann den Vesuv besuchte, da hatten die Lavaströme vom October und December des Jahres 1831 den Kraterrand durchbrochen; an den steilen Durchbruchswänden sah man sehr deutlich eine grosse Menge parallel über einander liegender Lavabänke, reich an Leucit und Augit, oben und unten mit schlackiger Rinde, die stärksten 6 bis 8 Fuss mächtig, und zwischen ihnen Schichten von Schlacken und Asche. Das ganze System wurde von Lavagängen durchsetzt, welche ähnlich wie die Gänge der Somma rechtwinkelig auf ihre Salbänder prismatisch zerklüftet waren**).

Da dergleichen Lavagänge stets eine Zerspaltung des ganzen Schichtensystems voraussetzen, und da diese Spaltenbildung oft mit Verwerfungen

---

*) Roth theilt in seinem Werke über den Vesuv auf Tafel I. vier schematische Bilder mit, welche diese verschiedenen Höhenverhältnisse veranschaulichen.

**) Hoffmann, Geognostische Beobb. auf einer Reise durch Italien und Sicilien, 1839, S. 183.

verbunden ist, so werden solche Dislocationen in der Architektur des Vesuv-kegels eben so wohl vorkommen und vorgekommen sein, wie in jener der Somma. Ja es scheinen einzelne Verwerfungen in so grossem Maassstabe Statt gefunden zu haben, dass sie vielleicht das ganze Vesuvgebirge betrafen.

Girard theilt die interessante Beobachtung mit, dass der Tuff an der Nordseite des Fosso grande eine 100 bis 150 Fuss hohe senkrechte Wand bildet, während er an der Südseite unter den dortigen Lavaströmen 100 Fuss tiefer liegt. Diess beweist wohl, dass dieser Fosso ein Spaltenthal ist, dessen Bildung mit einer grossartigen Verwerfung verbunden war, durch welche der ganze südliche Theil des Gebirges relativ niedriger zu stehen kam, als der nördliche Theil. (Neues Jahrb. für Mineralogie 1845, S. 785). Eine Hebung des ganzen nördlichen Theiles würde natürlich dieselbe Wirkung hervorgebracht haben.

Seit dem Jahre 79 hat der Vesuv eine grosse Menge von Ausbrüchen gezeigt, deren Häufigkeit besonders seit dem Jahre 1631 auffallend zugenommen hat, und deren Producte theils vulcanische Geschütte, theils Lavaströme waren *).

Während nun die losen Auswürflinge, und namentlich der vulcanische Sand und die Asche, durch die explosiven Kräfte mehr oder weniger hoch in die Atmosphäre getrieben wurden und, von Luftströmungen erfasst, in grosse Ferne nach allen Richtungen zum Niederfallen gelangen konnten, so vermochten sich die Lavaströme fast nur an der West-, Süd- und Südostseite auszubreiten, weil ihnen auf der Nord- und Ostseite in dem Sommawalle eine unübersteigliche Mauer entgegenstand, längs welcher sie im Atrio del Cavallo nach Westen oder Südosten hinausfliessen mussten, bevor sie am äusseren Abhange des Gebirges ihren Lauf fortsetzen konnten.

Die Dimensionen dieser Lavaströme sind sehr verschieden; viele derselben erreichten die Meeresküste; andere fanden ihr Ende auf dem mittleren oder unteren Theile des Gebirgsabfalles, oder auch schon auf der Fläche der Piane oder im Atrio del Cavallo. Ihre Eruptionspuncte lagen bald im Krater, bald ausserhalb desselben, bisweilen längs einer am Abhange des Kegels, oder an seinem Fusse, oder noch weiter hinaus aufgesprengten Spalte, wie in den Jahren 1760 und 1794.

Im Allgemeinen bilden die vesuvischen Lavaströme schmale Gesteinsbänder oder auch Züge von Schlackenschollen auf dem Abhange des Gebirges. Der Strom vom Jahre 1794, einer der grössten, welcher bis in das Meer floss, erlangte nach Dufrénoy da, wo er am breitesten ist, nur $^1/_{55}$ der dortigen horizontalen Peripherie des Berges, und die grösste Breite des Stromes von 1834 beträgt nur $^1/_{42}$ des entsprechenden Bergumfanges. Die Dicke oder Mächtigkeit der Ströme richtet sich meist nach der Neigung ihrer Unterlage, ist grösser auf wenig geneigtem oder horizontalem Grunde, erreicht aber selten 10 bis 12 Fuss, mit Ausnahme der Stellen, wo sich die Massen durch Aufstauung mehr angehäuft haben. Die Oberfläche der Ströme ist immer schlackig, oft mit longitudinalen, bisweilen auch mit bogenförmig gekrümmten, abwärts convexen, aufwärts con-

*) Zu den bedeutendsten Eruptionen der neueren Zeit gehören die der Jahre 1794, 1822 und 1855.

caven Furchen oder Rillen, Runzeln oder Wülsten und Kämmen versehen; an beiden Seiten werden sie gewöhnlich von Schlackenwällen begränzt.

Julius Schmidt gab in seinem Werke über die Eruption des Vesuv im Mai 1855, S. 56 ff. eine lehrreiche Darstellung der Formverhältnisse der damaligen Lavaströme. Im Allgemeinen scheint es wohl gewiss, dass gewöhnliche Ströme von geringer oder mittlerer Mächtigkeit auf mehr als 10° geneigtem Grunde keine stetige Felsmasse, sondern nur noch Streifen von Schlackenblöcken bilden, und dass die meisten am Kegel des Vesuv herabgeflossenen Laven selten über 4 Fuss dick sind. Uebrigens bedingen die Verschiedenheiten der Temperatur, des Flüssigkeitsgrades, des Nachflusses u. s. w. mancherlei Verschiedenheiten in der Erscheinungsweise der Lavaströme.

Dufrénoy beschreibt mehre vesuvische Lavaströme, wobei er besonders die Verschiedenheit ihrer Ausbildung nach Maassgabe der Neigung des Terrains hervorhebt, auf dem sie geflossen sind *).

Die Lava von 1794 brach unterhalb der Piane aus den Bocche nuove hervor, hat anfangs eine Neigung von 5° 53′, und besteht dort, bei höchstens 100 Meter Breite und einer mittleren Dicke von 1½ Meter, aus nicht zusammenhängenden Fragmenten und Schlacken. Bei dem Hause Falanca, in 1200 Meter Entfernung von den Ausbruchsöffnungen, wird sie ungefähr 500 Meter breit, und von da bis zu dem von ihr ungefähr 4 Meter hoch umhüllten Landhause Balzano beträgt ihre Neigung nur 3° 59′; dennoch behält sie noch ihren fragmentaren und schlackigen Charakter. Obgleich nun weiterhin die Neigung fortwährend abnimmt, so gewinnt sie doch erst kurz vor Torre del Greco auf horizontalem Grunde eine krystallinische, steinartige Beschaffenheit; am Ufer des Meeres ist sie ungefähr 7 Meter mächtig, und zum Theil säulenförmig abgesondert.

Die Eruption im October des Jahres 1767 (welche aus einer an der Nordseite des Kegels aufgesprengten Spalte erfolgte) lieferte einen Lavastrom, der sich weiterhin in den Fosso grande ergoss, in dessen oberem Theile er 19° geneigt, ½ bis ¾ Meter mächtig und seiner Länge nach dermaassen gefaltet ist, dass er auf der Oberfläche wie ein Bündel Kabeltaue erscheint. Weiter abwärts beträgt die Neigung nur 7°, und dort ist die Lava fragmentar und sehr schlackig; sie breitet sich aus, was weiterhin bei nur 4° Neigung und vor ihrem Ende noch mehr der Fall ist.

Die Lava vom Jahre 1810 brach aus am Fusse (nach Andern nahe am Gipfel) des Vesuv, und stürzte sich mit einer Neigung von 7° in den Fosso grande, erlitt aber mehre Rückstauungen bis zu 15°, so dass ihre mittlere Neigung stellenweise nur 4° beträgt; wo sie stark geneigt ist, hat sie eine sehr geringe Mächtigkeit, während diese bis 5 Meter steigt, wo die Neigung bis auf 5° herabsinkt. In seinem weiteren Laufe hat dieser Strom mehre Gebäude umflossen, an deren Vorderseite er sich aufstaute, ohne jedoch die Mauern einzudrücken oder niederzuwerfen.

Die Lava vom 28. August des Jahres 1834 hatte anfangs auf der Oberfläche des Kegels einen sehr starken Fall, welcher sich unterhalb der Piane bis auf 8°, weiterhin kurz vor dem Landhause des Fürsten von Ottajano auf 6° verminderte, bis zuletzt die Neigung nur 2° beträgt. Dennoch zeigt diese Lava in ihrem ganzen Verlaufe eine schlackige Beschaffenheit, und nirgends eine dichte Textur.

Die Lava am Fort Granatello dicht unter Resina wird in mehren Steinbrüchen gewonnen; sie liegt horizontal, aber auf sehr unebenem Boden, daher ihre Mächtigkeit sehr verschieden ist; in dem dicht hinter der Kaserne der Züchtlinge liegenden Steinbruche beträgt solche ungefähr 9 Meter; durch horizontale Klüfte wird sie

*) *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, t. IV*, p. 329 ff.

dort in drei Bänke getheilt, von denen die untere 2 Meter hoch eine unvollkommene prismatische Absonderung zeigt, welche in der mittleren Abtheilung vermisst wird; ganz oben erscheint die Lava als eine hellfarbige sehr blasige Schlacke, wie sie sich auch ganz unten, bis auf etwa 1 Meter von ihrer Auflagerung, im Zustande einer Schlacke befindet. Uebrigens zeigt sie eine feinkörnige dunkelgraue Grundmasse mit vielen meist grünen Augitkrystallen und sparsamen Leuciten.

Die Lava von la Scala, zwischen Resina und Torre del Greco, ist gleichfalls durch viele Steinbrüche aufgeschlossen, und noch mächtiger als jene von Granatello, welcher sie in petrographischer Hinsicht sehr ähnelt. In einem der Steinbrüche erscheint sie abgetheilt in vier Bänke, von denen die beiden unteren, 2 und 3 Meter mächtigen mit prismatischer Absonderung versehen sind, welche weiter aufwärts fehlt, bis die oberste, $1\frac{1}{2}$ Meter mächtige Abtheilung auch hier eine hellfarbige, blasenreiche schlackige Masse darstellt.

Oftmals haben neuere Laven genau denselben Weg eingeschlagen, den früher ältere Laven genommen hatten; dann liegen wohl zwei, drei oder noch mehre Lavaströme über einander, wie z. B. im Fosso grande, wo der unterste, 20 bis 30 Fuss mächtige Strom unmittelbar den Sommatuff bedeckt und alle Unebenheiten seiner Oberfläche ausgefüllt hat.

Die Anzahl der vom Vesuv gelieferten Lavaströme ist gewiss sehr gross, und wenn Breislak am äusseren Umfange des Gebirges, von Massa di Somma an der Nordwestseite bis nach Mauro an der Südostseite, schon 19 Ströme unterschied, so waren sie jedenfalls höher aufwärts am Abhange des Gebirges in weit grösserer Zahl vorhanden; nur werden sie dort theils durch gegenseitige Ueberlagerung, theils durch vulcanische Schuttmassen so undeutlich, dass man sie oft nicht mehr sicher erkennen und unterscheiden kann; und da namentlich die vulcanischen Schuttmassen näher gegen den Kegel hin immer mehr überhand nehmen, so ist es oft ganz unmöglich, die einzelnen Lavaströme bis an ihren Ursprung zu verfolgen. Auch versteht es sich von selbst, dass gegenwärtig die Anzahl sowohl der bis an den äusseren Umfang des Gebirges vorgedrungenen, als auch der weiter aufwärts zum Stillstande gelangten Ströme viel grösser ist, als zu Breislak's Zeit*).

Die Bedeckung der Lava mit Asche und vulcanischem Sande wirkt aber insofern vortheilhaft, wiefern sie einen fruchtbaren Boden liefert. Fünf Jahre nach seinem Ausbruche, sagt Leopold v. Buch, war der Strom von 1794 schon an vielen Orten, wo auf ihm die Asche nur mässig hoch lag, mit grünen Kräutern bedeckt. Pflanzen sprossen freudig in der lockeren treibenden Erde, und in wenigen Jahren ist durch neue Weingärten alle Spur der darunter liegenden Lava verdeckt. Es ist ein Vorurtheil, dass sich die Lava in kurzer Zeit durch Verwitterung zum fruchtbaren Boden verändere. Wo keine Asche hinkommt, da ist sie nach Jahrhunderten noch eben so wüst, als zur Zeit ihrer Eruption. (Geogn. Beobb. auf Reisen durch Deutschland u. Italien, B. II, S. 187).

Die petrographische Beschaffenheit der vesuvischen Laven ist sehr verschieden, und oft wechselnd an verschiedenen Stellen eines und desselben Stromes. Von vollkommen dichter Masse finden sich Uebergänge einerseits in feinkörnige bis ziemlich grobkörnige oder porphyrartige, anderseits in poröse,

*) Breislak's *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie* erschienen im Jahre 1801.

blasige und schlackige Massen. Aus der trefflichen Arbeit von C. Fuchs ergiebt sich, dass die vom Vesuv gelieferten Laven, eben so wie jene der Somma, vorwaltend aus Leucit, Augit und etwas Magneteisenerz bestehen, neben welchen sich besonders Olivin in kleinen Körnchen, Glimmer in braunen stark glänzenden Schuppen, Granat, schwarz oder braunroth, Nephelin, Sodalith, und trikliner oder auch monokliner Feldspath als accessorische und mehr oder weniger seltene Bestandtheile einfinden. Das Vorkommen von Apatit scheint durch den Gehalt an Phosphorsäure angezeigt zu werden, den Rammelsberg und Scacchi in einigen Laven erkannten; Hauyn ist nur einmal als grosse Seltenheit beobachtet worden.

Die mikroskopische Untersuchung der vesuvischen Laven wurde von Zirkel eröffnet, und von C. Fuchs fortgesetzt; durch sie erkannte man, dass auch glasartige Masse in vielen Varietäten enthalten ist*). Ausser den bereits oben S. 385 mitgetheilten Resultaten, welche Fuchs aus seinen Untersuchungen gefolgert hat, mögen hier noch folgende erwähnt werden:

1) die grösseren in der Lava eingesprengten Krystalle von Leucit und Augit waren innerhalb derselben bereits vor ihrem Austritte an die Erdoberfläche fertig gebildet vorhanden;
2) bei ihrem Ausflusse bestand die Lava aus einem Gemenge von feuerflüssigem Materiale und von Krystallen und Krystallfragmenten; und
3) die Temperatur der ausfliessenden Lava war nicht mehr hoch genug, um auch diese Krystalle noch im geschmolzenen Zustande zu erhalten.

### §. 513. *Die Somma und der Vesuv sind keine Erhebungskratere.*

Zum Schlusse unserer Betrachtung des Vesuvgebirges mag es noch gestattet sein, diejenigen Ansichten in Erinnerung zu bringen, welche Leopold v. Buch, der geistreichste Geolog seiner Zeit, über dasselbe geltend zu machen suchte. Blieb ihnen auch später diese Geltung versagt, so gehören sie doch der Geschichte der Wissenschaft an, und so haben sie eine Controverse hervorgerufen, durch welche die Vulcanologie bedeutend gefördert worden ist.

In seiner am 26. März 1835 der Berliner Akademie vorgetragenen Abhandlung**) über Erhebungskratere und Vulcane erklärte Leopold v. Buch, die Somma habe so sehr alle Eigenschaften eines Erhebungskraters, dass man sie als ein Muster dieser vulcanischen Form aufstellen könne, und nichts sei an diesem Berge sichtbar, was ihn einem wirklichen Vulcane gleichstellen könne, oder was einem wirklichen Lavastrome ähnlich wäre.

Es war in Folge einer mit Elie de Beaumont und Dufrénoy nach Neapel und Sicilien unternommenen Reise, dass jene Abhandlung erschien, welche gewisser-

*) Zirkel fand unter anderen das interessante Resultat, dass die Laven von 1822 und 1858 aus einer hyalinen Grundmasse bestehen, in welcher Krystalle von Leucit, Augit, triklinem Feldspath und Nephelin eingewachsen sind. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B 20, 1868 S. 98 ff.

**) Welche auch in Poggendorf's Annalen, B. 37, S. 169 bis 190 erschienen ist.

maassen den Schlussstein der Theorie bildete, deren Grundstein bereits im Jahre 1802 gelegt worden war*), während sie später in der Abhandlung vom 28. Mai 1818 über die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungskratere, sowie in der Physicalischen Beschreibung der canarischen Inseln Berlin 1825) ihren weiteren Ausbau gefunden hatte.

Unsere Reise, sagt L. v. Buch, hat uns den vollständigen Beweis geliefert, dass niemals ein vulcanischer Kegel durch aufbauende Lavaströme hervorgebracht werden kann, dass seine Höhe sich lediglich durch die plötzliche Erhebung fester Massen vermehrt, und dass der Aetna wie der Vesuv, Volcano wie Stromboli ihre erste Erhebung durch plötzliches Hervortreten über die Fläche erhalten haben.

Den ersten, vorzüglichsten und schlagenden Beweis für diese Behauptung liefert die von Elie de Beaumont am Aetna, Vesuv und anderen Vulcanen nachgewiesene Thatsache, dass Lavaströme, deren Neigung 6° und darüber beträgt, eine nur wenige Fuss mächtige und gar nicht zusammenhängende Masse bilden, und dass sie erst bei 3° und weniger Neigung sich stetig ausbreiten und mächtiger werden. Diess letztere ist z. B. der Fall mit dem breiten Lavastrome, welchen man überschreitet, ehe man den Hügel des Eremiten erreicht, und mit den am Hügel von Camaldoli della Torre vorbeilaufenden Strömen von 1804 und 1822. Die am steilen Abhange des Vesuvkegels herabgeflossenen Ströme dagegen erreichen kaum irgendwo mehr als 4 Fuss Mächtigkeit, erscheinen wie ein schmaler Strahl am Abhange, bohren sich bald einen tiefen engen Canal in die lockeren Schuttmassen, und können sich nicht weiter in die Breite ausdehnen. Mantelförmig um den steilen Abhang, oder auch nur über einen sehr breiten Raum sich ausdehnende Massen können also keine Lavaströme sein.

»Mögen auch die Schichten, aus denen Vesuv und Somma, Aetna und Stromboli bestehen, fliessend aus dem Innern der Erde hervorgedrungen sein; so, wie wir sie jetzt finden, als Umgebungen eines steil aufsteigenden Kegels, können sie sich ursprünglich nicht gebildet haben; sondern sie müssen ihre jetzige Form (und Lage) einer auf sie wirkenden Ursache der Erhebung um eine Axe verdanken, welche sich nach der Erhebung als Krater öffnete.«

Die Leucitophyrschichten der Somma sind nicht nur über einen grossen Theil des jetzigen Bergumfanges ausgedehnt, sondern sie neigen sich auch nach aussen hin mit Winkeln von 20 und 30°, ohne doch an ihrer oft ziemlich bedeutenden Mächtigkeit abzunehmen; was dem Fliessen von Lavaströmen mit dieser Neigung durchaus entgegen ist.

Einen zweiten Beweis für seine Theorie fand Leopold v. Buch in der Lagerung des Tuffes, welcher sich ringsum an das Vesuvgebirge anlehnt,

* Vergl. oben S. 402 f.; die letzte Bestätigung, welche Leopold v. Buch für seine Theorie am Monte nuovo bei Neapel zu finden glaubte, hat er in einem Briefe besprochen, der in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft B. I. 1849 S. 107 f. mitgetheilt worden ist.

d dessen in der Ebene horizontale Schichten, sobald sie den Fuss der Somma eicht haben, mit starker Neigung an seinem Abhange aufsteigen, um zuletzt einem und demselben Niveau von etwa 1900 Fuss aufzuhören, wo sich unter en die dunkeln Leucitophyrschichten mit stärkerer Neigung herausheben. In r campanischen Ebene beträgt ihre gewöhnliche Höhe 800 Fuss; sie befinden h daher an der Somma und am Vesuve nicht mehr in ihrer ursprünglichen ge, sondern sind wirklich rings um die Axe des Gebirges erhoben und aufrichtet worden.

Auffallend und höchst bemerkenswerth fand es Leopold v. Buch, dass dieser uff am Eremitenhügel, im Fosso grande und im Fosso della Vetrana gar viele eucitophyrstücke enthält, von denen sich im Tuffe bei Neapel keine pur findet. Mit ihnen zugleich kommen, gleichfalls im Tuffe eingeschlossen, ie Dolomitblöcke vor, welche die vielen schön krystallisirten Mineralien enthalten, und gewöhnlich Auswürflinge des Vesuvs genannt werden. »Wie irrig nd geradezu widersinnig diese Benennung ist, diess wird einleuchtend, wenn an sich erinnert, dass der sie einschliessende Tuff identisch mit jenem von apua und Neapel ist und gebildet wurde, ehe das Sommagebirge und, weit ehr noch, ehe der Vesuv existirte. Und somit können sie keine Auswürflinge es Vesuv, auch nicht einmal der Somma sein.«

Leopold v. Buch geht nun über zu dem dritten Beweise, indem er es hervorhebt, dass dieser neapolitanische Bimssteintuff im Meere gebildet worden sei, wie die marinen Conchylien beweisen, welche vielorts in ihm vorkommen, und agar hoch oben am Abhange der Somma gefunden worden sind. Hieraus folgt, dass alle diese Tuffschichten nicht unmittelbar so, wie sie jetzt erscheinen, on einem Vulcane ausgeworfen wurden, sondern dass sie einer marinen Formation angehören, deren durch vulcanische Eruptionen geliefertes Material auf em Grunde des Meeres abgesetzt und ausgebreitet worden war. Und dennoch steigen diese Schichten am Monte Somma in geneigter Lage bis zu 1900 uss über den Meeresspiegel auf.

Sollten alle diese Verhältnisse nicht genügen, die Erhebung der Somma urch die Tuffschichten hindurch, und die Erhebung des Vesuvs in der Mitte des en Sommakraters zu erweisen, so liefert die Geschichte des Monte nuovo bei ozzuoli noch näher liegende, weil historische Beweise, indem die Erhebung eses Berges am 19. September 1538 vor Tausenden von Augenzeugen folgt ist*).

*) Ganz in demselben Sinne, aber noch ausführlicher, hat Dufrénoy die geotektonischen rhältnisse des Vesuvgebirges zu deuten versucht, in seiner Abhandlung *Sur les terrains volcaniques des environs de Naples*, welche im IV. Bande der *Mémoires pour servir à une description logique de la France*, 1838 erschien. Vorzüglich aber hat Elie de Beaumont mit bewunderungswürdigem Scharfsinne die Idee der Erhebungskratere zu stützen und auszubilden versucht, und seine gediegenen Abhandlungen über die *cratères de soulèvement* und *sur le mont na* im III. und IV. Bande der genannten *Mémoires* gewähren für alle Zeit eine ebenso anziehende als lehrreiche Lectüre.

Gegen diese auf den ersten Blick sehr plausiblen Betrachtungen Leop von Buch's sind jedoch folgende Bedenken zu erheben.

Allerdings neigen sich die Lavabänke der Somma unter Winkeln von 20 30° nach aussen; aber viele neuere vesuvische Lavaströme sind unter gleich und sogar noch grösseren Winkeln geflossen und erstarrt, ohne deshalb e blose Anhäufung von Schlackenschollen zu bilden. Auch sind die Sommabän nicht über einen grossen Theil des Bergumfanges zu verfolgen, ohne ihrer oft bedeutenden Mächtigkeit abzunehmen. Necker hebt es im Gegenth hervor, dass eine und dieselbe Bank nicht überall die gleiche Mächtigk besitzt, und dass die Bänke, wenn sie sich eine ziemliche Strecke weit gle mächtig gezeigt haben, allmälig schmäler werden und endlich ganz aufhör nach Hoffmann sind sie meist nur einige Fuss, nach Dufrénoy selten unte Meter mächtig, obwohl manche nur $1/3$ oder $1/2$ Meter erreichen. Eine stet Ausdehnung der Lavabänke durch das ganze Atrio del Cavallo, und eine ununt brochene mantelförmige Lagerung findet also nicht Statt.

Elie de Beaumont und Dufrénoy machten in den Annales des mines [3], t. p. 537 aufmerksam darauf, dass sich in einem verticalen cylindrischen Durc schnitte ein Erhebungskegel ganz anders ausnehmen werde, als ein Eruptionskeg indem dort die alternirenden Tuff- und Basaltschichten in weit fortsetzenden pa allelen Linien hervortreten werden, während hier jeder Lavastrom nur einen kurz Querschnitt zeigen wird. Dieses Letztere scheint denn doch auch im Atrio Cavallo der Fall zu sein, dessen äussere Wand einem verticalen cylindrischen Durc schnitte ziemlich nahe kommt.

Was ferner die den Sommawall und das Vesuvgebirge überhaupt bedecken Tuff-Ablagerung betrifft, so ist solche von dem unteren marinen Tuffe phlegräischen Felder zu unterscheiden, und dem dortigen sogenannten grau Tuffe gleichzustellen, welcher, als eine auf dem Lande niedergefallene Bildu auch keine marinen Conchylien in sich verschliesst. Er ist das Product einer letzten, vielleicht lange vor dem Jahre 79 erfolgten Eruptionen des alten Somm kraters, welche hauptsächlich nur Bimsstein-Lapilli sowie grob und fein riebenen Bimsstein, als Sand und Asche, lieferte, mit denen zugleich viele Innern des Berges losgesprengte Fragmente von Leucitophyr sowie aus n grösserer Tiefe stammende Stücke von Kalkstein und Dolomit zu Tage geförd wurden. Diese Fragmente fielen als grössere und schwerere Auswürflin zugleich mit den Bimssteinen auf der Oberfläche des Berges hernieder, währe der feinere Bimssteinschutt auch noch weiter hinaus gelangte; daher kennt m sie nur am Abhange der Somma und in den aufgewühlten regenerirten Tu schichten über Herculanum und Pompeji, während sie in grösserer Entfernu vom Berge, bei Neapel und in den phlegräischen Feldern vermisst werden.

Wenn aber das Material dieser Tuffbildung wirklich durch die explos Thätigkeit des alten Sommavulcans geliefert und auf dem äusseren Abhange de selben aufgeschüttet wurde, so kann uns das hohe Aufsteigen und die Neigu ihrer Schichten nicht befremden, und so werden wir uns nicht weigern könn die Dolomitblöcke mit den schönen vesuvischen Mineralien für Auswürflinge Somma zu erklären.

Die marinen Conchylien endlich, welche man auch in den Schichten Sommatuffes frei eingeschlossen gefunden haben wollte, wurden sowohl von pold v. Buch, als auch von Dufrénoy und den übrigen Verfechtern der Theorie Erhebungskratere als besonders wichtige Beweise für diese Theorie bechtet. Auch könnten sie subsidiarisch solchen Beweis liefern, dafern sie lich, ebenso wie die Conchylien des gelben Posilipptuffes, isolirt im Tuffe eingehüllt wären. Diess soll aber im Sommatuffe nicht der Fall sein. Constant Prevost sprach schon 1837 die Bemerkung aus, wie diese Vornisse von Conchylien wohl auch in der Weise zu erklären seien, dass bei ptionen des alten Sommakraters Fragmente der durchbrochenen fossilhaltigen eine ausgeworfen wurden, und erwähnte zugleich, dass er selbst im Jahre dergleichen Fragmente eines conchylienhaltigen Kalksteins in dem oberen atuffe gefunden habe*). Diess hat sich durch spätere Untersuchungen tigt; nach Scacchi sind es nur einzelne Stücke von Kalkstein, Mergel kalkigem Sandstein], in denen die Conchylien und deren Abdrücke vornen (vergl. oben S. 441). In Betreff der aus dem Sommatuffe stammenden steinstücke mit aufsitzenden Serpeln, deren Dufrénoy aus den Sammlungen Lamarmora und Pilla gedenkt, bemerkt Scacchi, dass er nur die aus Pilla's mlung gesehen habe, welche aber so frisch erschienen, als ob sie erst vor igen Jahren aus dem Meere genommen worden wären. Ohne es daher im ringsten zu bezweifeln, dass Lamarmora und Pilla die Stücke auf der Somma nden haben, glaubt Scacchi, dass sie dorthin verschleppt worden sein gen**). Wäre das Sommagebirge ein submariner Vulcan gewesen, so müssten Muscheln an seinen Gesteinen so häufig finden, wie an den Klippen des ten Meeresufers; aber der Theil der Somma, den wir jetzt über dem Meere ragen sehen, ist wohl niemals unter dem Meeresspiegel gewesen***).

Wie der umsichtige Constant Prevost bei Gelegenheit der durch Pilla's Entdeckung von Conchylien im Sommatuff hervorgerufenen Discussion bemerkt, soll die durch eine allgemeine Hebung grosser Landstriche bewirkte theilweise Emersion des Vesuvgebirges, der phlegräischen Felder, des Epomeo und des Aetna (welche natürlich eine theilweise Submersion voraussetzt), gar nicht in Abrede gestellt, sondern nur die Hypothese bekämpft werden, dass die Schlackenschichten, Lavabänke und Tuffschichten des Sommagebirges ursprünglich horizontal gelegen hätten, aber plötzlich durch eine gewaltige Hebung aufgerichtet worden seien,

---

*) *Comptes rendus*, *t. IV*, *p.* 552 und 586, auch *Bulletin de la soc. géol. t.* 8, *p.* 200 und f. Prevost stellt es nicht einmal gänzlich in Abrede, dass auch isolirte Conchylien im matuffe vorkommen können, welche aus den unter dem Gebirge liegenden marinen ichten losgerissen und ausgeworfen wurden; er selbst habe Fragmente solcher Conchylien der Oberfläche im Fosso grande gefunden. Auch erwähnt er die Angabe von de Bottis, dass i Jahre vor der Eruption des Jahres 1779 am Abhange über Torre del Greco tief unter he begraben dieselben Muscheln gefunden worden seien, welche Braccini am Kegel des vs nach der Eruption von 1631 gefunden hatte.

**) Dass die Führer, wenn sie merken, welchen Werth man auf dergleichen Funde legt, che leicht veranlassen und dadurch wissenschaftliche Täuschungen begründen können, ist begreiflich.

***) Zeitschr. der deutschen geol. Ges B. 5, S. 44.

wobei auch der Krater als Erhebungskrater entstand. Prevost hebt es her
wichtig es sei, diese beiden Hebungsphänomene nicht mit einander zu verw
wie ja auch Pilla aus seiner Entdeckung nur gefolgert habe, dass das Vesu
als ein emergirter (aber schon fertiger) Vulcan zu betrachten sei.
*rendus*, t. IV, p. 587 f.

Was schliesslich den Monte nuovo betrifft, so verweisen wir unse
auf dasjenige, was im ersten Bande S. 140 und 141 über seine Bildun
gesagt worden ist; sie begann allerdings mit einer Anschwellung des
nahm aber bald nachher den Charakter einer Aufschüttung theils von
wühltem Tuff, theils von ausgeworfenem Bimsstein an.

Aus vorstehenden Betrachtungen ergiebt sich wohl zur Genüge,
alte Sommagebirge mit seinem grossen Krater nicht als ein plötzli
mit einem Rucke aufwärts geschnelltes Kegelgebirge betrachtet werde
wie solches die Theorie der Erhebungskratere verlangt, sondern dass es,
wie der jetzige Vesuv, hauptsächlich durch successive Aufschüttung von Sch
schichten und Lavaströmen gebildet worden ist. Dabei wird jedoch
durch Einpressung zahlreicher Lavagänge und intrusiver Lavabänke ei
hebung seiner Gipfelmassen Statt gefunden haben, mit welcher ein
messene steilere Aufrichtung der Schichten verbunden gewesen sein n

Sehr gut sagt Roth: die wie Keile in die Masse des Berges hineinget
Lavagänge bewirkten, ausser der Vermehrung des Volumens, ohne Zwei
eine Aufrichtung der Schichten; die Gänge bilden gleichsam die Balken
Mauerwerke des Berges, welcher zusammensinken würde, wenn man di
entfernen könnte (Der Vesuv, S. XXII). Da diese Gangbildungen beson
dem in der Axe des Berges liegenden Eruptionscanale ausgegangen sind u
aussen hin immer seltener zu werden pflegen, so wird auch die Anschwell
Hebung die centralen Theile am meisten betroffen haben. Wenn daher im
walle die Schichten und Bänke bis 30⁰ geneigt sind, so werden sie wohl ge
Fuss des Berges eine geringere Neigung haben. In dem auf S. 434 mitg
Diagramme würden daher wohl eigentlich die Schichten nach unten, wo
dem durch punctirte Zeichnung angedeuteten Tuffe bedeckt werden, mit fl
Fallen gezeichnet werden sollen.

Wenn wir an die Stelle eines einmaligen, plötzlich und mit ung
Gewalt wirkenden Hebungsactes eine Reihe kleiner, successiver und p
Hebungen und Aufrichtungen des Kraterwalles setzen, so wird die in s
Weise aufgefasste Theorie der vulcanischen Gebirge keine so heftigen
sprüche erfahren, wie sie zum Theil gegen die Theorie der Erhebung
laut geworden sind.

### §. 514. *Zusätze zu dem Capitel über die Lavaformation.*

I. Am Schlusse unserer Betrachtung der Lavaformation müssen w
der interessanten Beobachtungen und Versuche gedenken, welche Fe
v. Hochstetter über diejenigen Eruptionen mitgetheilt hat *), welche sich
Erstarrung von grösseren Massen geschmolzenen Schwefels ausbilden. (

*) Im neuen Jahrbuche für Mineralogie u. s. w. 1871. S. 469 ff

isse Menge von Wasser aufgenommen hatte. Die dabei wahrnehmbaren scheinungen sind zum Theil ganz analog den Vorgängen bei vulcanischen ptionen, und gestatten die Herstellung niedlicher Miniaturvulcane aus Schwefel. aus dem geschmolzenen Schwefel allmälig entweichende Wasserdampf ist die sache der Eruptionen, welche periodisch in Zwischenzeiten von einer halben zu zwei Minuten eintreten. Durch die fortdauernden Eruptionen entsteht älig ein Kegel mit einem kleinen Krater auf dem Gipfel; sie werden lebter, und der Schwefel fliesst in förmlichen Strömen ab, an denen sich manche scheinungen der Lavaströme wiederholen. Ueber das Weitere und die daran nüpften theoretischen Betrachtungen verweisen wir auf die citirte Abhandlung.

---

II. In Betreff des oben S. 387 aufgestellten Begriffes von Vulcan und der erscheidung von einfachen Vulcanen und vulcanischen Gebirgen haben wir h eine Bemerkung nachzuholen, welche sich auf die von Karl v. Seebach in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 18, 1866, S. 643 ff. vorgeschlagene theilung der Vulcane bezieht.

Er unterscheidet nämlich Strato-Vulcane und Homogene Domlcane, für welche dann noch weiter der Unterschied von Centralvulcanen d Reihenvulcanen geltend gemacht wird.

Strato-Vulcane sind solche, welche aus einem Wechsel vieler, aber nicht r mächtiger Schichten von losen Auswurfsmassen und von Lavaströmen stehen. Homogene Dom-Vulcane dagegen sind solche, denen die losen Ausflinge gänzlich oder doch fast gänzlich fehlen. Diese letzteren besitzen weder gar keinen Krater, oder nur sehr kleine oberflächliche Kratere, und stehen durch Massen-Ausbrüche sehr zähflüssiger Laven. Vulcane, welche beiderlei Formen successiv gezeigt haben, verdienen den Namen gemischter lcane. Die Gesteine der Strato-Vulcane sind leichtflüssig und dünnflüssig, die der homogenen Dom-Vulcane sehr strengflüssig.

Obgleich v. Seebach durch diese Eintheilung eine Verbindung zwischen den Vulcanen einerseits, und den Trachyt- und Basalt-Kuppen anderseits anzubahnen hofft, so scheint uns doch der Begriff Vulcan von ihm zu weit gefasst zu sein; denn Niemand wird den Drachenfels im Siebengebirge oder den Scheibenberg im Erzgebirge einen homogenen Dom-Vulcan nennen wollen. Vergl. auch die Bemerkungen von Reiss und Stübel, in der Geschichte und Beschreibung der vulcanischen Ausbrüche bei Santorin, 1868, S. 200 f.

---

III. Die umfassenden mikroskopischen Beobachtungen Zirkel's über die salte und basaltischen Laven, deren wichtigste Resultate oben S. 362 nur kurz, nach einer brieflichen Mittheilung unseres verehrten Freundes, wähnt werden konnten, sind seitdem in dem vortrefflichen Werke: Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltsteine (Bonn, 1870) ausführlich veröffentlicht worden*). Bei der grossen

---

*) Bei dieser Gelegenheit mag zu unserer und der Verlagshandlung Entschuldigung wähnt werden, dass der Druck der gegenwärtigen Lieferung unseres Lehrbuches durch die

Wichtigkeit der Sache mögen einige der interessantesten Resultate hier nach-
träglich ihren Platz finden **).

Die bisherige Ansicht, dass die basaltischen Gesteine *durchaus krystal-
linische* Aggregate sind, ist aufzugeben, indem die meisten derselben zwisch
den krystallinischen Gemengtheilen eine *amorphe* Substanz, gleichsam -
Cäment von *glasiger* oder *halbglasiger* Natur enthalten. Wenn dies
Cäment *vollkommen glasig* und *reichlich* vorhanden ist, da ersche
es gewöhnlich als eine gelblichbraune, das Licht einfach brechende Substan
in welcher bei gekreuzten Nicols die zahllosen Krystalle mit ihren verschieden
oft prächtigen Polarisationsfarben leuchtend hervortreten. Es sind fast
Feldspathbasalte, welche die Glasmasse so reichlich enthalten; in anderen g
sie sich weniger deutlich zu erkennen, und in noch anderen erscheint sie
ganz sporadisch an einzelnen Puncten. Wenn aber das amorphe Cäment
*halbglasiger* Natur ist, da pflegt es mit zahlreichen, schwarzen oder brä
lichen, haar- oder borstenförmigen, geraden oder gewundenen, einzelnen o
büschelförmig gruppirten mikroskopischen *Trichiten* erfüllt zu sein, welc
oft die zierlichsten gestrickten, baumförmigen oder netzförmigen Aggregate bilde
In anderen Fällen giebt sich die beginnende Entglasung durch feine dunkle
*Körnchen* zu erkennen, welche mehr oder weniger zahlreich in der licht-
gefärbten Grundmasse stecken, die dann nur sparsam wie *zwischen-
gedrängt* zwischen den krystallinischen Gemengtheilen auftritt. Bisweile
ist die Entglasung noch weiter fortgeschritten, so dass das amorphe Bindemitt
als ein bloses Aggregat von mikroskopischen Nadeln, Borsten, Körnern erschein
welches sich ebenfalls nur sparsam zwischen die grösseren Gemengtheile ei
drängt. Endlich kommen auch scheinbar *glasfreie* Basalte vor, welche m
eine gleichmässig körnige, seltener eine durch Feldspathe oder Augite porphyr
artige Mikrostructur zeigen.

Dass die *hyaline Grundmasse* der Basalte nur das *Residuum* de
ursprünglichen Magmas ist, aus welchem sich das ganze Gestein herausgebild
hat, diess kann wohl Niemand bezweifeln; sie liefert in der That ein neu
Argument für den einstmals feuerflüssigen Zustand dieses Magmas. Zirkel h
sie für identisch mit dem Tachylyte; und so dürfte denn in ihr die Ursache fi
die Gallertbildung auch derjenigen Basalte zu suchen sein, welche weder Ne-
phelin noch einen Zeolith enthalten.

Während die mikroskopische Structur der Basalte meistentheils eine vol
kommen *richtungslose* ist, so giebt sich doch auch bisweilen eine sel

---

unerwartet nothwendig gewordene Bearbeitung der 8. Auflage der Elemente der Mineralogi
durch die Inventur und Katalogirung des mineralogischen Museums der Universität, dur
die Bearbeitung einer geognostischen Karte der Umgegend von Hainichen, durch die Ueb
siedelung nach Dresden, sowie endlich durch längere Erkrankung und nothwendige Cur
Teplitz, eine sehr bedeutende Unterbrechung erfahren hat. Zwischen Bogen 26 und 27 li
ein Zeitraum von anderthalb Jahren.

**) Nächst dieser Arbeit von Zirkel haben besonders die bei der Naturforscherversamm
lung in Rostock vorgetragenen gründlichen Untersuchungen von *Möhl* unsere Kenntniss d

...liche Fluctuationstextur oder Fluidalstructur*) zu erkennen, ...em die langgestreckten krystallinischen Gemengtheile nicht mehr in rich-...glosem Gewirre durcheinander liegen, sondern streckenweise parallel ...rdnet und zu Strömen vereinigt sind, die sich oft hin- und herwinden, oder ...herartig ausbreiten, oder auch um grössere Krystalle herumschmiegen. Diese ...uctur, welche unzweifelhaft mit Fluctuationen der erstarrenden Masse zusam-...nhängt, beweist offenbar, dass das basaltische Magma sich einstmals in ...ssigem Zustande befand, und dass in ihm noch Bewegungen und Ver-...iebungen der kleineren Mikrolithe erfolgten, nachdem schon grössere Krystalle ...geschieden waren.

Was nun die Gruppirung der basaltischen Gesteine nach ihrer ver-...iedenen mineralischen Zusammensetzung betrifft, so stellt es Zirkel als allge-...ines Resultat seiner gründlichen und umfassenden Studien auf, dass diese ...steine in drei grosse Gruppen zerfallen, je nachdem neben dem stets vor-...ndenem Augite entweder trikliner Feldspath, oder Leucit, oder auch ...phelin als zweiter Hauptgemengtheil vorhanden ist. Demgemäss unter-...eidet er:

1) Feldspathbasalte, gewöhnlich ohne Leucit, aber oft mit etwas Nephelin;
2) Leucitbasalte, fast immer ohne Feldspath, dagegen mit mehr oder weniger Nephelin, der jedoch stets gegen den Leucit zurücktritt;
3) Nephelinbasalte, zuweilen mit etwas Leucit; wenn sehr reich an Nephelin, dann meist ohne Feldspath.

Alle drei Gruppen führen neben dem eisenfreien farblosen Silicate immer ...git und Magneteisenerz, dazu oft auch Titaneisenerz, und fast immer Olivin; ...elilith erscheint nur ganz vereinzelt und dann stets in den beiden letzteren ...ruppen. Die vorstehende Eintheilung gilt nicht nur für die Basalte, Anamesite ...d Dolerite, sondern auch für die sämmtlichen basaltischen Laven.

1. Feldspathbasalte und die ihnen entsprechenden Laven sind am ...isten verbreitet. Sie bestehen aus vorwaltendem triklinem Feldspath und ...git, enthalten immer Magneteisenerz und Titaneisenerz, fast immer auch ...ivin, oft etwas Nephelin, gewöhnlich aber keinen Leucit, auch keinen Hauyn ...d Melilith. In ihrer Mikrostructur zeigen sie die grössten Verschiedenheiten, ...ch welchen sie sich unter folgende vier Kategorieen bringen lassen.

A. Feldspathbasalte von gleichmässig-körniger Structur; häufig, ...ch bei vielen Doleriten; dahin gehören die meisten Basalte des Siebengebirges ...d seiner nächsten Umgebungen, einschliesslich des Dolerites der Löwenburg**);

...alte bedeutend gefördert, und den Beweis geliefert, dass der Tachylyt wirklich basal-...isches Glas, d. h. in glasigem Zustande erstarrter Basalt ist, sowie dass die in und neben ...n Basalten vorkommenden prismatisch zerklüfteten Sandsteine keineswegs ...n Perlite zu vergleichen sind, wie Fischer glaubte.

*) Vogelsang, Philosophie der Geologie, 1867, S. 138.

**) Vergl. oben S. 352, wo er als Augit-Andesit beschrieben wurde; der von G. vom

ferner der Basalt von Unkel und vom Leiberge bei Honnef, mehre Basalte Eifel, des Lahnthales, der Umgegend von Hanau und Frankfurt, der Basalt Marburg und vom Calvarienberge bei Fulda; der Dolerit des Meissner; m Basalte des Habichtswaldes, der Lausitz, des nördlichen Böhmen (Steinschö Böhmisch-Leipa, Wannowa, Waltsch); viele Basalte Schottlands und der briden (Arthurs-Seat, Fingalshöhle); viele Laven der Auvergne.

B. Feldspathbasalte von krystallinisch-porphyrartiger Struc diese Mikrostructur findet sich weit seltener, und ist dadurch ausgezeich dass in der höchst feinkörnigen Grundmasse grössere Krystalle meist von F spath hervortreten, während ein glasiges Cäment nicht zu bemerken ist. Beispiele nennt Zirkel unter anderen den Basalt vom Jungfernberge im Sieb gebirge, vom Kieshübel bei Schemnitz, von Funchal und vom Pico Ruivo Madeira, die Lava vom Puy de Pariou in der Auvergne.

C. Feldspathbasalte von glasig-krystallinischer Structur, d. h. deutlicher Grundmasse von durchaus glasiger Natur, in welcher die krys linischen Gemengtheile enthalten sind. Dergleichen finden sich z. B. bei Elf hausen in Hessen, am Stillberge im Habichtswalde, an der Dornburg Hadamar, bei Oberbachem unweit Bonn, bei Salesl im Elbthal oberhalb Aus am Anneklef bei Hör in Schonen.

D. Feldspathbasalte mit einem mehr oder weniger stark entglasten nur sparsam zwischen die Krystalle der Grundmasse eingeklemm Cämente. Als Beispiele nennt Zirkel unter anderen den Basalt von Dunglas Schottland und vom Druidensteine bei Kirchen; besonders aber gehören hie die sogenannten Anamesite der Gegend von Hanau und die gleichart Gesteine Islands, Schottlands, der Hebriden und Färöer, für welche d Structur mit fast vollständig entglastem Cämente fast charakteristisch ist, w rend sich solche ausserdem durch das Vorwalten des Feldspathes und Zurücktreten des Olivins (oft auch des Augites) auszeichnen *).

2. Leucitbasalte. Sie bestehen vorzugsweise aus Leucit, Augit, Ol und Magneteisenerz, wozu sich immer etwas Nephelin gesellt. Sie sind in Regel vollkommen frei von Feldspath, wogegen Glimmer in mikroskopisc Schüppchen häufig, bisweilen auch Melilith eintritt. Fast durchgängig ze sie eine gleichmässig körnige Mikrostructur, ohne Beimengung einer glas Substanz.

Ausgezeichnete Varietäten finden sich bei Schackau an der Rhön, an Stoffelskuppe bei Eisenach, bei Stolpen in Sachsen; auch gehören hierher Basalte von Geising und vom Pöhlberge in Sachsen, viele Basalte des I

---

Rath vermuthete Nephelin ist mikroskopisch von Vogelsang (Philosophie der Geol Taf. 8, Fig. 2 nebst Erläuterung) und von Zirkel (Basaltgesteine, S. 115) nachgewi worden.

*) Nach Sandberger sind die Anamesite und Dolerite durch das auffallende Zur treten des Magneteisenerzes, und dagegen durch das Auftreten von Titaneisenerz charak sirt. Neues Jahrb. für Min. 1870, S. 206.

nischen Mittelgebirges, sowie die basaltischen Laven der Umgegend des Laacher Sees und des Kammerbühls bei Franzensbrunn.

3. Nephelinbasalte. Sie finden sich häufiger, als die Leucitbasalte, und bestehen wesentlich aus Nephelin, Augit, Olivin und Magneteisenerz, neben welchen sich bisweilen mehr oder weniger Leucit, selten etwas Feldspath, mitunter auch Glimmer und Melilith einfindet. Auch sie besitzen eine gleichmässig körnige Mikrostructur, in der Regel ohne glasige oder halbglasige Beimengung.

Als ausgezeichnete Varietäten sind zu erwähnen die Basalte von der Pflasterlaute bei Marksuhl, von Kohlbach bei Bayreuth, von Wohlbach bei Adorf, von Spechtshausen bei Tharandt, vom Landberge bei Herzogswalde, vom Wilischberge bei Kreischa, vom Scheibenberge (hier reich an Melilith), von Sebastiansberg und Kosackow in Böhmen, von Kaltennordheim in der Rhön, vom Katzenbuckel im Odenwalde, vom Löbauer Berge in der Oberlausitz, sowie mehre Laven am Laacher See, wie namentlich die des Herchenberges und der Hannebacher Ley.

---

IV. Berichtigung zu Seite 311. Das dort nach G. vom Rath als Trachyt aufgeführte und durch seinen Cordierit-Gehalt ausgezeichnete Gestein von Campiglia ist nach späteren genaueren Untersuchungen des ausgezeichneten Forschers als ein quarzführender Porphyr erkannt worden, wofür es schon Friedrich Hoffmann gehalten hatte *). Vergl. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, B. 20, S. 326. Dasselbe Gestein ist auch von Vogelsang mikroskopisch untersucht und dargestellt worden; Philosophie der Geologie, S. 143 und Tafel 2.

---

# Sechszehnter Abschnitt.

## Untergeordnete Gebirgsglieder überhaupt und Erzlagerstätten insbesondere.

### §. 515. *Einleitung.*

Im ersten Bande unsers Lehrbuches wurde am Ende von §. 239, S. 881 bemerkt, dass die Betrachtung der Erzlagerstätten und der mit ihnen verwandten untergeordneten Gebirgsglieder einem besonderen Abschnitte vorbehalten bleiben müsse, weil sie sich in vielen ihrer Eigenschaften von den vorherrschenden Gebirgsgliedern unterscheiden.

Da sie nun grösstentheils im Gebiete der bisher betrachteten Gebirgsformationen vorkommen **), während sie in den quartären Formationen fast

*) Geognostische Beobachtungen auf einer Reise durch Italien u. Sicilien, 1839, S. 26 f.

**) Diess gilt namentlich von den Erzgängen, welche sich vorzugsweise in den älteren

gänzlich vermisst werden, so erscheint es zweckmässig, die Betrachtung derselben an gegenwärtigem Orte einzuschalten, oder auf die sedimentären und eruptiven Tertiärformationen folgen zu lassen.

Die untergeordneten Gebirgsglieder sind es, welche namentlich auch in bergmännischer und technischer, überhaupt in national-ökonomischer Hinsicht unser vorzügliches Interesse in Anspruch nehmen, weil die meisten für das menschliche Bedürfniss wichtigen Mineralien in ihrem Schoose niedergelegt sind, oder auch ganz selbständig dergleichen Gebirgsglieder constituiren. So finden sich z. B. die verschiedenen metallischen Mineralien theils nur eingesprengt, oder auch in grösseren und kleineren derben Partieen, in Nestern und Nieren, in Trümern und Schmitzen innerhalb gewisser Gesteinslager oder Gesteinsgänge; theils aber setzen sie sehr vorwaltend, ja bisweilen fast ausschliesslich, ganze Lager oder Gänge zusammen. Das Letztere ist auch der Fall mit den Steinkohlen und Braunkohlen, mit den Kalksteinen, mit dem Steinsalze und mit anderen Mineralien, welche meist selbständig in ganzen Lagern oder Stöcken auftreten.

Die untergeordneten Gebirgsglieder überhaupt zerfallen aber nach der früher (Band I, S. 878 f.) aufgestellten Eintheilung in lagerartige und gangartige Gebirgsglieder, welcher Unterschied so wichtig ist, dass sich nach ihm eine Sonderung unserer folgenden Betrachtungen in mehre Capitel nothwendig macht.

Ein anderer sehr wichtiger, wenn auch nicht immer consequent durchzuführender Unterschied gründet sich auf das vorwaltende Material der untergeordneten Gebirgsglieder. In dieser Hinsicht ist zuvörderst hervorzuheben, dass sie sich jedenfalls durch die abweichende Beschaffenheit oder die Eigenthümlichkeit ihres Materiales von den sie einschliessenden Gebirgsgliedern unterscheiden, was also im Folgenden stets vorausgesetzt wird; denn dadurch geben sie sich eben als selbständige Gebirgsglieder zu erkennen. Allein nach der besonderen Art ihres Materialbestandes zeigen sie doch einige allgemeine Verschiedenheiten, auf welche man weitere Eintheilungen gegründet hat. Manche bestehen aus irgend einem Gebirgsgesteine, d. h. aus einem Gesteine, welches anderwärts in vorherrschenden Gebirgsgliedern auftritt; andere bestehen aus Erzen, oder enthalten doch dergleichen in hinreichender Menge; noch andere werden wesentlich von einem Minerale oder Mineral-Aggregate gebildet, welches zwar nicht in vorherrschenden Gebirgsgliedern bekannt, aber auch kein Erz ist. Hiernach unterscheidet man Gesteinslager und Gesteinsgänge, Erzlager und Erzgänge, Minerallager und Mineralgänge.

---

Formationen finden. Vergl. Schmidt, in Karsten's Archiv für Bergbau u. Huttenkunde, B. 4, 1821, S. 49; Phillips, *Guide to Geology*, 1835, p. 142; B. v. Cotta, die Lehre von den Erzlagerstätten, 2. Aufl. 1859, S 148, 163 u. 228; Grimm, die Lagerstatten der nutzbaren Mineralien, S. 124. Die quartaren oder diluvialen Schichten, in denen Gold, Platin, Zinnerz u. s. w. vorkommen, bilden keine individualisirten Gebirgsglieder; sie sind erzfuhrende Gesteinsschichten, welche anhangsweise nach diesen betrachtet werden können.

Allerdings lässt sich diese Unterscheidung nicht immer streng durchführen, wie sie denn auch in ihrem wörtlichen Ausdruck nicht ganz correct ist; denn am Ende bestehen alle diese Gebilde aus Mineralien oder Mineral-Aggregaten, und würden sich daher in die letzte Kategorie stellen lassen. Es fehlt uns nämlich an einem besonderen Worte zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller derjenigen Mineralien, welche nicht Erze sind und nicht als weit verbreitete Gesteine auftreten.

Die Gesteinslager und Gesteinsgänge wurden zum Theil schon bei der Betrachtung der verschiedenen sedimentären und eruptiven Gebirgsformationen besprochen; wir haben es daher besonders noch mit den Erzlagern und Erzgängen zu thun, an welche sich die sogenannten Minerallager und Mineralgänge oft unmittelbar anschliessen. Vorher ist es jedoch nothwendig, dass wir uns über den Begriff von Erz verständigen, welcher hier ganz allgemein in bergmännischem Sinne, und keinesweges in jener engeren Bedeutung zu nehmen ist, wie sie Mohs definirte, als er in seinem Mineralsysteme eine Ordnung der Erze aufstellte.

Erz nennt der Bergmann jedes Mineral oder Mineral-Aggregat, welches ein technisch nutzbares Metall in einer dessen Werthe hinreichend entsprechenden Menge enthält.

Es ist also ein sehr relativer Begriff, welchem das Wort Erz entspricht, und diess um so mehr, als schon der Umfang des Begriffes Metall in dem weiteren Sinne zu nehmen ist, dass auch Arsen, Antimon und Tellur dahin gehören, welche ja nicht mehr von allen Chemikern dazu gerechnet werden. Je höher der Werth des vorhandenen Metalls ist, eine desto geringere Quantität wird hinreichen, um das betreffende Mineral oder Mineral-Aggregat als ein bauwürdiges Erz erscheinen zu lassen. Ein sehr geringer Gehalt an Gold kann einen Quarzit zu einem bauwürdigen Golderze machen, während bauwürdige Eisenerze schon einen sehr bedeutenden Gehalt an Eisen voraussetzen.

Die Erze bilden keine besondere Abtheilung des Mineralreiches; doch gehören sie vorzugsweise in die Classen der Chalcite, der Metallolithe, der Metalloxyde, der Metalle, der Glanze, der Kiese und der Blenden. Seit der Benutzung des Aluminiums muss, wie v. Cotta sehr richtig bemerkt, auch der Kryolith zu den Erzen gerechnet werden.

In der zweiten Auflage seiner Lehre von den Erzlagerstätten I. Theil, S. 4 bis 19 giebt B. v. Cotta ein fast vollständiges Verzeichniss derjenigen Mineralien, »welche man allenfalls zu den Erzen rechnen kann«; dasselbe begreift nicht weniger als 237 Species, unter denen sich freilich viele sehr seltene Mineralien befinden, welche zum Theil in so geringen Quantitäten vorkommen, dass sie wohl niemals als Erze einen Gegenstand bergmännischer Gewinnung und hüttenmännischer Verarbeitung bilden werden; die Namen der minder wichtigen Arten sind daher auch mit kleinerer Schrift gedruckt.

Da sich der ganze Begriff von Erz auf den technischen Werth und das praktische Bedürfniss der Metalle gründet, so erscheint es zweckmässig, die Erze nach den Metallen selbst zu gruppiren, was denn auch von B. v. Cotta a. a. O. S. 19 bis 25, und eben so von Grimm in seinem Werke über die Lagerstätten nutzbarer Mineralien, S. 5 und 6 geschehen ist.

Die wichtigsten Associationen aber, oder die paragenetischen Combinationen dieser Erze mit einander und mit anderen Mineralien behandelt v. Cotta in sehr

ansprechender Weise auf S. 35 bis 70 der Lehre von den Erzlagerstätten: auch giebt Grimm eine tabellarische Uebersicht derselben von S. 190 bis 223 seines Werkes.

Unter Erzlagerstätten überhaupt versteht man diejenigen untergeordneten Gebirgsglieder, welche entweder durchaus oder doch stellenweise Erze in einer den Abbau lohnenden Menge enthalten. Sie lassen sich zunächst als lagerartige und gangartige Gebirgsglieder unterscheiden, welche dann weiter nach ihren besonderen Formen und Dimensionen mit verschiedenen Namen belegt werden; zu den regelmässigsten Gebilden gehören unstreitig die Erzlager und Erzgänge *).

B. v. Cotta theilt wie früher, so auch neuerdings die Erzlagerstätten nach ihrer Form und nach ihren Verhältnissen zu dem sie einschliessenden Gesteine in Lager und Gänge, Stöcke und Imprägnationen **). Indessen lassen sich wohl gewisse Imprägnationen als erzführende Gesteinsschichten zu den lagerartigen Gebirgsgliedern rechnen, wie denn auch die Stöcke theils einen lagerartigen, theils einen gangartigen Charakter erkennen lassen. Die von Grimm als plattenförmige Erzausscheidungen eingeführten Gebilde dürften wenigstens zum Theil mit den von B. v. Cotta sogenannten Lenticulargängen zu vereinigen sein.

Erzgänge und Erzlager zeigen nicht selten eine so übereinstimmende Beschaffenheit, dass man wohl bisweilen ungewiss darüber bleiben kann, mit welchem Namen eine gegebene Lagerstätte zu belegen ist. Diese gleichartige materielle Beschaffenheit wesentlich verschiedenartiger Lagerstätten hat C. v. Beust sinnreich als einen Dimorphismus der Erzlagerstätten bezeichnet, indem Erzgänge und Erzlager wohl in vielen Fällen nur verschiedene Erscheinungsformen einer und derselben Sache, das heisst, einer und derselben Combination von Erzen und anderen Mineralien sind ***).

Das Studium der Erzlagerstätten überhaupt und der Erzgänge insbesondere gewährt zwar ein hohes theoretisches Interesse und hat eine grosse praktische Wichtigkeit, bietet aber auch viele Schwierigkeiten dar, weil es fast nur in den unterirdischen Bergwerksräumen, und auch dort nur an einzelnen Stellen verfolgt werden kann, deren Erscheinung sich meist von einem Tage zum andern verändert. Es ist daher eine Aufgabe, deren Lösung, wie bisher, so auch künftig, besonders von den Bergbeamten zu erwarten ist, und bei der fortgeschrittenen geologischen Ausbildung dieses ehrenwerthen Standes, ihrem Ziele immer näher rücken wird.

Sehr wahr sagte Dufrénoy in seinem Rapport über die Studien der Erzlagerstätten Toscana's von Burat: *On ne peut, en effet, observer la marche des filons, découvrir les lois qui régissent leur allure et leur composition, qu'en visitant con-*

*) W. Fuchs unterscheidet in seinen Beiträgen zur Lehre von den Erzlagerstätten (1846, S. 88) die Lager und Gänge als symmorphe und allogene Bildungen, indess dürfte mit diesen Bezeichnungen wenig gewonnen werden.

**) Die Geologie der Gegenwart, 1866, S. 127.

***) Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. 20, 1870, S. 311 ff.

*tinûment les travaux souterrains, dont l'accès est souvent difficile; il faut en outre, que les personnes qui se livrent à ce genre d'observations, puissent y consacrer beaucoup de tems, et elles doivent s'armer d'une persévérance infatigable pour suivre à pas le mineur, qui, dans son travail de chaque jour, efface les faits à mésure qu'il les met en évidence. Comptes rendus, tome 20, 1845, p. 1328.*

In einem Lehrbuche der Geognosie können natürlich nur die wichtigsten Erscheinungen der untergeordneten Gebirgsglieder überhaupt und der Erzlagerstätten insbesondere zur Erwähnung gebracht werden. Wer sich eingehender mit ihnen bekannt machen will, den verweisen wir auf diejenigen Werke, in welchen solche als Hauptgegenstand behandelt worden sind, namentlich auf die bereits citirten trefflichen Werke von B. v. Cotta und von Grimm. Ueber die sächsischen Erzgänge insbesondere finden sich viele schätzbare Mittheilungen in den von B. v. Cotta herausgegebenen Gangstudien (3 Bände, 1847—1860), sowie in den aus dem Freiberger Ganguntersuchungs-Archive veröffentlichten Beiträgen zur geognostischen Kenntniss des Erzgebirges, 3 Hefte, 1865—1869.

---

## Erstes Capitel.

### Lagerartige untergeordnete Gebirgsglieder.

#### §. 516. *Allgemeine Uebersicht derselben.*

Wir nennen ein untergeordnetes Gebirgsglied ein lagerartiges, wenn es in seiner ganzen Ausdehnung durch gleichmässige Structur und normale Junctur mit den dasselbe unmittelbar einschliessenden Gebirgsgliedern verknüpft ist, zwischen welche es auch nach seiner Bildungszeit fällt*).

Die einschliessenden Gebirgsglieder bestehen in der Regel aus geschichteten Gesteinen; ein lagerartiges Gebirgsglied wird daher wenigstens im Allgemeinen ähnliche Structur und concordante Lagerung mit den zunächst angränzenden Schichten zeigen, und an seinen Gränzen weder Ramificationen noch Breccienbildung wahrnehmen lassen. Nur die zuweilen vorkommenden Gränzlager, das heisst die untersten oder die obersten Lager, welche als die ersten oder als die letzten Schichten des betreffenden Schichtensystems gebildet worden sind, werden bisweilen blos einseitig, entweder nach oben, oder nach unten die gleichmässige Structur und normale Junctur erkennen lassen, wenn sie nämlich (als untere Gränzlager) über bereits aufgerichteten älteren Schichten abgelagert, oder (als obere Gränzlager) nach ihrer eigenen Aufrichtung von jüngeren Schichten bedeckt wurden.

Ist das umschliessende Gebirgsglied ein massiges Gestein, dann wird freilich die Beurtheilung des normalen oder abnormen Charakters der Verbandverhältnisse sehr unsicher, weil uns in der fehlenden Parallelstructur und Schichtung des Nebengesteins das eigentliche Kriterium für jene Beurtheilung abgeht. Indessen kommen wahrhaft lagerartige Bildungen überhaupt sehr selten im Gebiete massiger Gesteine

*) Vergl. Bd. I, S. 878 und 879, wo schon mehre hierher gehörige Begriffe erklärt wurden. Wegen der Lagergänge ist es nothwendig, die charakteristischen Verhältnisse der Structur und Junctur in der ganzen Ausdehnung vorauszusetzen.

vor, und zeigen dann solche Verhältnisse, dass sie entweder als Einschaltungen zwischen lagerhaften Gebirgsgliedern des massigen Gesteins, oder als blosse losgerissene und in das massige Gestein eingewickelte Fragmente, oder als Gänge gedeutet werden müssen *).

Man unterscheidet die lagerartigen Gebirgsglieder nach Maassgabe ihrer Formen und Dimensionen als Lager oder Flötze, als Lagerstöcke oder liegende Stöcke, als Nieren und als Schmitzen.

Die eigentlichen Lager (*couches*) nähern sich in ihrer Form einer Parallelmasse **), d. h. sie haben zwei ziemlich parallele und von einander mehr oder weniger entfernte Seitenflächen von bedeutender Ausdehnung; sie sind daher eigentlich nichts Anderes als Schichten, welche sich oft durch etwas geringere Verbreitung, jedenfalls aber durch ihr eigenthümliches Material von den sie einschliessenden Schichten unterscheiden. Ist das Lager ein unzweifelhaft sedimentäres Gebirgsglied, so nennt man es wohl auch ein Flötz; doch pflegt man diesen Namen fast nur für Steinkohlenlager und Braunkohlenlager zu gebrauchen.

B. v. Cotta bemerkt in seiner Lehre von den Erzlagerstätten (I, S. 85) sehr richtig, dass man nur dann von wahren Lagern oder Flötzen reden könne, wenn aus der Art ihres Auftretens hervorgeht, dass sie mit den einschliessenden Gesteinen im Allgemeinen gleichzeitig, oder, wie er es in seiner Geologie der Gegenwart noch treffender ausdrückt, in derselben Periode, das heisst unmittelbar nach ihrer Unterlage als dem ursprünglich Liegenden, und vor ihrer Decke als dem ursprünglich Hangenden gebildet worden sind. Was er S. 87 über den Gebrauch des Wortes Flötz sagt, damit kann man nur übereinstimmen.

Grimm versteht unter Lagern platten- oder linsenförmige Mineralmassen, welche einem geschichteten Gebirge parallel eingelagert sind, und eine gleichzeitige Entstehung mit den einschliessenden Schichten, sowie eine Bodensatzbildung beurkunden ***). Dieses letztere Merkmal würde alle Lager als sedimentäre Bildungen charakterisiren, wogegen sich wohl auch nicht viel einwenden lässt; jedenfalls aber ist die sogenannte gleichzeitige, d. h. die unmittelbar consecutive Entstehung oder Ausbildung eines der wichtigsten Merkmale der lagerartigen Gebirgsglieder: jedes Lager ist nach der einen, und vor der anderen der dasselbe einschliessenden Gesteinsschichten abgelagert worden.

Die Lagerstöcke oder liegenden Stöcke sind lagerartige Gebirgsglieder, welche bei ansehnlicher Ausdehnung nach Länge und Breite, eine verhältnissmässig recht bedeutende Mächtigkeit besitzen. Ihre grösseren Begränzungsflächen sind zwar in der Mitte einander parallel, sie convergiren aber ziemlich rasch nach den Rändern hin. Nach ihrer besonderen Form kann man lenticulare, ellipsoidische und unregelmässige Lagerstöcke unterscheiden.

Lagerartige Massen von sehr geringer Ausdehnung nennt man wohl Nieren oder Schmitzen, je nachdem sie in ihrer Form mehr mit den Lagerstöcken, oder mit Lagern übereinstimmen.

*) Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert die, Kupferkies und Zinnerz führende Lagerstätte von Pitkeranta am Ladogasee, welche v. Blöde für ein Lager im Granite erklärte, während sie von Kutorga und Anderen für einen Gang gehalten wurde.

**) Vergl. Band I, S. 457.

***) Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien. S. 37.

Was von Hausmann so oft hervorgehoben wurde, dass ähnliche Erscheinungen der Gebirgswelt in allen möglichen Dimensionen vorkommen, das bestätigt sich bei den lagerartigen (und eben so bei den gangartigen) Gebirgsgliedern. Eine kaum zollstarke und nur wenige Fuss weit fortsetzende Lage von Quarz oder Gyps, welche zwischen den Schichten irgend einer Formation regelmässig eingeschaltet ist, besitzt alle wesentlichen Merkmale eines Lagers, ohne doch diesen Namen zu verdienen; und so kommen noch dünnere und kürzere Minerallagen auf ähnliche Weise vor. Dergleichen häufig vorkommende Gebilde sind es, welche man Lagen, Platten oder Schmitzen nennt.

Die ellipsoidischen Nieren schliessen sich oftmals an die Concretionsbildungen (B. I, S. 416) an, welche sich innerhalb eines bereits abgelagerten Gesteins entwickelt haben, wie denn überhaupt manche Concretionen ebenso eine gewisse Verwandtschaft mit den lagerartigen, wie manche Secretionen (B. I, S. 423) mit den gangartigen untergeordneten Gebirgsgliedern erkennen lassen.

Da die erwähnten Verschiedenheiten der lagerartigen Gebirgsgieder lediglich auf ihren Form- und Maassverhältnisssen beruhen, und da diese in einander übergehen, so wird es natürlicherweise auch Mittelglieder geben, welchen ebensowohl der Name eines Lagers als eines liegenden Stockes ertheilt werden kann; auch lässt sich keine bestimmte Gränze zwischen Lagern, Lagen und Schmitzen, zwischen Lagerstöcken und Nieren angeben. Indessen besitzen doch die eigentlichen Lager und die liegenden Stöcke schon wegen der Grösse ihrer Dimensionen eine vorzügliche Wichtigkeit, weshalb wir denn auch ihren Verhältnissen unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen; doch können wir beide gemeinschaftlich betrachten, weil die Verschiedenheit der Form nur selten einen wesentlichen Unterschied der übrigen Eigenschaften bedingt.

### §. 517. *Form- und Ausdehnungs-Verhältnisse der Lager.*

Wie an jeder Schicht, so unterscheidet man auch an jedem Lager, Flötze oder liegenden Stocke die Oberfläche und die Unterfläche, oder die hangende und die liegende Gränzfläche, ferner seine Längenerstreckung oder die Ausdehnung in der Richtung des Streichens, seine Tiefenerstreckung oder die Ausdehnung in der Richtung des Fallens, und endlich seine Mächtigkeit, oder den Abstand der Oberfläche von der Unterfläche.

In den meisten Fällen ist die hangende oder nach oben liegende Gränzfläche auch die ursprüngliche Oberfläche, mit welcher die Bildung des Lagers ihren Abschluss fand; bei senkrecht stehenden Lagern kann es zweifelhaft werden, welche Fläche die obere, und welche die untere ist; bei solchen Lagern endlich, welche in überkippten Schichtensystemen aufsetzen, wird natürlich eine vollständige Umkehrung beider Begränzungsflächen eingetreten sein, so dass die ursprüngliche Unterfläche als Oberfläche erscheint, und umgekehrt.

Die Lage der lagerartigen Gebirgsglieder wird, ebenso wie die Lage der Schichten, durch Bestimmung des Streichens und Fallens mittelst des bergmännischen Compass und Gradbogens angegeben; (Band I, S. 463). Doch wird bei den liegenden Stöcken das Streichen und Fallen in der Regel als Hauptstreichen und Hauptfallen aufzufassen sein, weil das specielle Streichen und Fallen der hangenden oder liegenden Gränzfläche sehr bedeutend

von dem generellen Streichen und Fallen der ganzen Lagerstätte abweichen kann. Bei sehr weit fortsetzenden Lagern und Flötzen, welche allen Biegungen und Wendungen der sie einschliessenden Schichten folgen, können natürlich ebenfalls an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Richtungen des Streichens und Fallens vorkommen, welche oft nur innerhalb grösserer oder kleinerer Strecken die Bestimmung eines Hauptstreichens und Hauptfallens ermöglichen.

Diejenige Gesteinsschicht, auf welcher ein Lager oder ein Flötz unmittelbar aufruht, nennt man die Sohle oder das Sohlgestein; diejenige Schicht dagegen, welche dasselbe unmittelbar bedeckt, das Dach oder das Dachgestein. Den ganzen unter der liegenden Gränzfläche befindlichen Gebirgstheil aber bezeichnet man als das Liegende, und ebenso den ganzen über der hangenden Gränzfläche gelegenen Gebirgstheil als das Hangende.

Nach der Grösse ihrer Ausdehnung sind die Lager sehr verschieden; manche zeigen, bei verhältnissmässig geringer Mächtigkeit, eine ausserordentlich grosse Verbreitung. Diess ist z. B. der Fall mit dem thüringer Kupferschieferflötz, welches sich bei einer mittleren Mächtigkeit von anderthalb Fuss über viele hundert Quadratmeilen ausdehnt; (Band II, S. 618). Auch die Steinkohlenflötze zeigen bisweilen eine sehr weite Verbreitung; namentlich sind manche Flötze der englischen, belgischen, westfälischen und nordamerikanischen Kohlenformation auf viele Meilen weit in ununterbrochener Ausdehnung bekannt; (Band II, S. 500). Die meisten Lager besitzen jedoch eine geringere Verbreitung, und viele nähern sich in dieser Hinsicht schon den liegenden Stöcken; so viele Kalkstein-, Steinsalz- und Erzlager.

Ebenso verschieden wie die Verbreitung erweist sich auch die Mächtigkeit der lagerartigen Gebirgsglieder; sie ist aber nicht nur verschieden bei verschiedenen Lagern, sondern sie kann auch bei einem und demselben Lager vielfachen Wechseln unterworfen sein. Dass sie gewöhnlich bei liegenden Stöcken grösser ist, als bei eigentlichen Lagern, diess folgt schon aus den Begriffen der beiderlei Formen; nur wird sie stets in der Mitte des Stockes ihr Maximum erreichen, und von dort aus gegen die Ränder allmälig abnehmen, weil die Begränzungsflächen dorthin convergiren.

So beträgt z. B. die Mächtigkeit des Magneteisenerzstockes von Dannemora in Schweden 25 Lachter *), die des Lengefelder Dolomitstockes in Sachsen 35, des Erzstockes des Rammelsberges am Harze 70 Lachter, während der colossale Eisenspathstock von Eisenerz in Steiermark bis 90 Lachter mächtig ist. Doch erlangen auch manche grössere und weit fortsetzende Lager eine recht bedeutende Mächtigkeit; so z. B. das merkwürdige Quarzlager des Pfahls in Bayern, welches fast schnurgerade über 18 geogr. Meilen weit fortsetzend, zwischen Penting und Regen stellenweise bis 50 Lachter mächtig wird. Gümbel, Geogn. Beschr. des ostbayerischen Gränzgebirges, 1868, S. 511.

Je grösser das Verbreitungsgebiet eines Lagers, und je regelmässiger seine Lagerung ist, um so beständiger pflegt auch seine Mächtigkeit zu sein, indem

*) 1 Lachter ist = 2 Metern

ke nur da bedeutenden Wechseln unterworfen ist, wo plötzliche Verände-
gen des Sohl- oder Dachgesteins, oder auch förmliche Gebirgsstörungen
kommen. Daher trifft man bei dem Thüringer Kupferschieferflötze und bei
len Kohlenflötzen Belgiens, Westphalens und Oberschlesiens, sowie bei den
unkohlenflötzen des nördlichen Böhmens oft auf weite Strecken hin eine
r constante Mächtigkeit, wogegen die Kohlenflötze von geringerer Ausdeh-
ng eine mehr veränderliche Mächtigkeit besitzen.

Zu den Mächtigkeitswechseln gehören auch die Verdrückungen und An-
wellungen der Lager. Wo nämlich das Sohlgestein und das Dachgestein
ander näher rücken, da wird auch das Lager eine Verminderung seiner
chtigkeit oder eine Verschmälerung erleiden. Diese Verschmälerungen können
weilen in dem Grade Statt finden, dass das Lager als solches stellenweise
schwindet, indem sich Sohlgestein und Dachgestein unmittelbar auf einander
en, und das Lager gänzlich zusammendrücken. Dergleichen durch das Zu-
mentreffen von Sohle und Dach verursachte Lücken oder Unterbrechungen
es Lagers oder Flötzes werden daher auch Verdrückungen genannt. Sie
d gleichsam locale Auskeilungen, welche mitten im Verbreitungsgebiete eines
zes eintreten, und ein stellenweises Aufhören desselben zur Folge haben;
setzen aber gewöhnlich nicht weit fort, und man braucht nur auf der Fuge
ischen Sohlgestein und Dachgestein fortzugehen, um das verlorene Flötz wie-
rum auszurichten. Uebrigens lassen sich die Verdrückungen als partielle
d totale unterscheiden, je nachdem sie nur eine bedeutende Verschmälerung,
r eine wirkliche Unterbrechung des Flötzes verursachen.

Das Gegentheil einer Verdrückung, also eine Anschwellung wird da
treten, wo sich das Dach- und Sohlgestein von einander zurückziehen, und
lich dem Lager oder Flötze Raum zu einer mächtigeren Ausbildung gelassen
r. Dergleichen Anschwellungen pflegt der Bergmann wohl auch Bäuche zu
nen, und dann zu sagen, dass das Lager an solcher Stelle einen Bauch werfe.

Sowohl Verdrückungen als auch Anschwellungen sind z. B. bei Kohlenflötzen keine seltene Erscheinung, und die ersteren sollen unter anderen bei St. Etienne unweit Lyon als totale Verdrückungen recht häufig vorkommen *). Ein interessantes Beispiel von regelmässig abwechselnden Verdrückungen und Anschwellungen erwähnt Saussure von einem Lager körnigen Kalksteins im Chloritschiefer am Mont-Cervin; dasselbe ist abwechselnd 3 und 10 Fuss mächtig, und die Stellen der grössten und kleinsten Mächtigkeit wechseln so regelmässig mit einander ab, dass die zunächst angränzenden Schieferschichten wie Festons oder Guirlanden auf- und niedersteigen **).

Wenn sich in einem Lager totale Verdrückungen an vielen, nahe bei einander gelegenen Puncten einfinden, so wird das Lager selbst seine stetige Ausdehnung mehr und mehr einbüssen, und endlich in lauter einzelne Theile zerfallen, welche wie kleine liegende Stöcke erscheinen. Dergleichen discontinuirlich ausgebildete und gleichsam zerstückelte Lager finden sich wohl bisweilen. Die Flintlager in der Kreide und die Pelosideritlager im Steinkohlengebirge lassen in kleinerem Maassstabe

*) Man nennt sie dort *coufflées*; *Elie de Beaumont, in Explication de la carte géol. de la France, vol. I., p. 521*. Villefosse unterschied *resserrement* und *étranglement*.

**) *Voyages dans les Alpes*, § 2265.

diese zerstückelte Ausbildung häufig beobachten, indem sie nur Systeme von lagenweise geordneten Nieren und Knollen darstellen.

Mit diesen Anschwellungen und Verdrückungen dürfen die Buckel und Wannen nicht verwechselt werden, welche die schmäleren Flötze bisweilen in ihrem Verlaufe wahrnehmen lassen. Dieselben haben ihre Ursache entweder in einer Erhöhung oder in einer Vertiefung des Sohlgesteins, über welche jedoch das Flötz mit ziemlich gleichmässiger Mächtigkeit fortsetzt. Auf der Oberfläche desselben wird sich freilich jeder Buckel wie eine Anschwellung, und jede Wanne wie eine partielle Verdrückung darstellen; aber die fast unveränderte Mächtigkeit des Flötzes wird es sogleich erkennen lassen, mit welcher Art von Erscheinungen man es zu thun hat.

## §. 518. *Verschiedene Arten der Endigung und Begränzung der Lager.*

Ihre Endschaft erreichen die Lager ganz auf dieselbe Weise, wie die Gebirgsschichten; es sind daher auch bei ihnen besonders die drei Modalitäten der Auskeilung, des Abstossens, und des Ausstreichens zu unterscheiden *), welche jedoch alle zugleich bei einem und demselben Lager an verschiedenen Stellen vorkommen können.

Viele Lager gehen also erstens in der Weise zu Ende, dass der Abstand ihrer Oberfläche und Unterfläche allmälig immer geringer wird, bis sich endlich beide Flächen schneiden, was als eine Auskeilung oder Ausspitzung des Lagers bezeichnet wird.

Dabei kommt es aber zuweilen vor, dass sich ein Lager nicht in einem einzigen Körper, sondern in mehren Gliedern auskeilt, indem an seiner Gränze Lagen und Schmitzen des Nebengesteins eingreifen, welche den vorher ungetheilten Lagerkörper dismembriren, so dass sich das früher (B. I, S. 896) erläuterte Verhältniss der auskeilenden Wechsellagerung nur in kleinerem Maassstabe wiederholt; man bezeichnet wohl auch diese Erscheinung als eine Zertrümerung des Lagers.

Eine zweite Art der Begränzung finden die Lager und Flötze durch Abstossen an einem andern Gebirgsgliede, welches gewöhnlich ein älteres ist, bisweilen aber auch ein jüngeres, oder wenigstens ein lange nach der Ablagerung des Flötzes an seine gegenwärtige Stelle gelangtes Gebirgsglied sein kann.

Im ersteren Falle pflegt keine besondere Störung seiner Lagerungsverhältnisse vorzuliegen, wie denn auch solchenfalls die Abstossung gewöhnlich dem ursprünglichen Bildungsrande des Flötzes entspricht. Ganz anders verhält es sich jedoch, wenn das Abstossen an einem später eingedrungenen oder heraufgeschobenen Gebirgsgliede Statt findet, welches vielleicht lange nach der Bildung des Lagers eine Abschneidung desselben hervorbrachte, indem es den angränzenden Lagertheil aus seiner Stelle verdrängte, und sich an den rückständigen Theil anlegte, oder welches wenigstens eine gewaltsame Aufwärtsbiegung und Aufrichtung des Lagers verursachte. Dann werden oft sehr bedeutende Störungen in den Verhältnissen des Lagers zu beobachten sein. Die Kohlenflötze der Gegend von Waldenburg in Schlesien, welche zum Theil von später eingedrungenen Porphyrmassen abgeschnitten wurden, liefern sehr auffallende Beispiele von dergleichen Störungen.

*) Vergl Band I, S. 462.

**Drittens** gehen die Lager und Flötze dadurch zu Ende, dass sie in irgend einer Richtung von der jetzigen oder ehemaligen Erdoberfläche durchschnitten werden. Dergleichen Durchschnitte nennt man die Ausstriche derselben*), und unterscheidet solche als offene oder als verdeckte Ausstriche, je nachdem sie offen zu Tage vorliegen, oder durch spätere Bildungen bedeckt sind.

Die offenen Ausstriche erlangen eine grosse Wichtigkeit bei der Aufsuchung und Verfolgung der Lager nutzbarer Mineralien; hat man dergleichen gefunden, so bedarf es nur noch einer genauen Bestimmung der Lage der Schichten in ihrem Hangenden und Liegenden und überhaupt im Bereiche der nächsten Umgegend, um eine sichere Basis für die etwa einzuleitenden bergmännischen Versuchsarbeiten zu gewinnen. Indessen gehören deutliche Ausstriche im Allgemeinen zu den seltenen Erscheinungen; gewöhnlich sind sie nicht offen, sondern verdeckt, was, wenn es auch nur durch aufgeschwemmtes Land, durch Dammerde und Vegetation Statt findet, das Vorhandensein eines Lagers ebensowohl dem Blicke verbirgt, als wenn die Verdeckung durch aufgelagerte ältere Gebirgsmassen verursacht wird. So sind z. B. im Gebiete des erzgebirgischen Bassins die Ausstriche der Kohlenformation überhaupt, und der Kohlenflötze insbesondere, durch die in grosser Mächtigkeit aufgelagerten Massen des Rothliegenden verdeckt, welches aus dem Gebiete der Kohlenformation oft weit in das Gebiet des älteren Schiefergebirges übergreift, wodurch die Gränzen des eigentlichen Kohlenbassins gänzlich maskirt werden. Diess ist eine der Ursachen, durch welche so manche Versuche auf Steinkohlen gescheitert sind.

Die Ausstriche dürfen nicht mit den ursprünglichen Bildungsrändern der Lager und Flötze verwechselt werden, welche oftmals gar nicht mehr vorhanden, sondern durch Abtragung zerstört worden sind. Auch sie erscheinen theils als offene, theils als verdeckte Bildungsränder, und stellen im ersteren Falle nur eine besondere Art von Ausstrichen, im letzteren Falle aber die Erscheinung des Abstossens dar, wenn nämlich der Querschnitt des Flötzes nicht aufwärts gewendet ist.

Endlich hören auch manche Lager in der Weise auf, dass ihr Material nach und nach in das Nebengestein übergeht; es kommt diess z. B. bisweilen bei Magneteisenerzlagern vor, welche durch allmälige Aufnahme von Feldspath, Quarz, Glimmer und Hornblende, bei gleichzeitigem Zurücktreten des Eisenerzes, in Gneiss oder auch in Hornblendschiefer übergehen.

Eine zuweilen vorkommende Modification der Lager ist die Zerschlagung oder Gabelung derselben. So bezeichnet man nämlich diejenige Erscheinung, da mehr oder weniger mächtige Schichtencomplexe des Nebengesteins keilförmig in das Lager eingreifen, und selbiges in zwei oder mehre Arme trennen, welche endlich als selbständige Lager auftreten. Sie kommt nicht selten bei Kohlenflötzen vor, ist aber auch bei anderen Lagern und sogar bei liegenden Stöcken beobachtet worden.

Es pflegen nämlich die Schichtungswechsel, durch welche die Kohlenflötze in mehre Bänke gesondert werden (Band II, S. 503), gewöhnlich durch schmale Schieferthonlagen (Schären) angedeutet zu sein; bisweilen geschieht es nun, dass sich

* In Oesterreich bedient man sich öfter des Wortes Ausbiss statt des anderweit gebräuchlichen Wortes Ausstrich.

diese Schären nach einer Seite hin mehr und mehr vermächtigen, bis sie endlich zu förmlichen, aus Schieferthon und Sandstein bestehenden Schichtensystemen anschwellen, durch welche die anfangs ganz nahe über einander liegenden Flötzbänke weit von einander getrennt werden. Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Zerschlagung liefert in der Gegend von Zwickau das auf dem linken Muldenufer bekannte tiefe Planitzer Flötz; dasselbe ist bis 15 Ellen mächtig, wird aber schon im Planitzer Kunstschachte durch zwei Schieferthonmittel in drei Bänke getheilt; weiter nach Osten und Norden vermächtigen sich diese Schieferthonmittel allmälig dermaassen, dass die drei Flötzbänke als selbständige Flötze erscheinen, welche im Segen-Gottes-Schachte 49 und 38 Ellen übereinander liegen*). Andere Beispiele wurden bereits im zweiten Bande S. 504 mitgetheilt.

Das Thüringer Kupferschieferflötz lässt gleichfalls bisweilen, wenn auch in kleinerem Maasstabe, eine locale Zerschlagung oder Gabelung wahrnehmen. Aber auch Lager von anderen Gesteinen, wie z. B. von Kalkstein und Quarz, von Grünstein und Granit, zeigen bisweilen dieselbe Erscheinung; so z. B. das aus grobkörnigem Granite bestehende mächtige Lager, welches bei Rochlitz und Wechselburg in Sachsen dem Glimmerschiefer eingelagert ist, und sich sowohl an seinem nördlichen als auch südlichen Ende in mehren lagerartigen Schweifen auskeilt, zwischen denen die Glimmerschieferschichten eingreifen. Es wiederholt sich hier gewissermaassen im Grossen die vorher besprochene Erscheinung der Dismembration oder Zertrümerung der Lager an ihrer Gränze. Sogar liegende Stöcke zeigen bisweilen eine solche Gabelung, wie z. B. der Erzstock des Rammelsberges bei Goslar.

Dasselbe Verhältniss, welches von der einen Seite her gesehen als eine Dismembration oder Gabelung eines Flötzes erscheint, wird sich natürlich von der entgegengesetzten Seite her als eine Zusammenlegung oder Vereinigung mehrer Flötze darstellen; und so pflegt man denn wohl auch von einer Schaarung der Flötze zu sprechen. Es kommt auf die Richtung an, in welcher der Bergmann bei der Verfolgung der Flötze vorgeschritten ist, ob von ihm der eine oder der andere Ausdruck zur Bezeichnung der Sache gebraucht werden wird. So wurde z. B. in dem Steinkohlenrevier von Schönfeld im Erzgebirge eine Schaarung des Neuglücker und Jacober Flötzes angenommen, weil der Bergbau auf den einzelnen Flötzen vorgegangen war, und erst später ihre Vereinigungsstelle erreichte.

Die Begränzung der Lager und Flötze gegen das sie umgebende Nebengestein findet auf verschiedene Weise Statt. Bald giebt sich eine scharfe Absonderung der Lagermasse von dem Dach- und Sohlgesteine zu erkennen, wie besonders dann, wenn das Lagergestein in seiner Beschaffenheit vom Nebengesteine sehr abweicht; bald liegt auch ein Uebergang der Lagermasse in das Nebengestein vor, entweder nach dem Hangenden, oder nach dem Liegenden, oder auch nach beiden Richtungen zugleich. Dieser Uebergang kann entweder durch eine, im kleinen Maaasstabe ausgebildete Wechsellagerung der beiderlei Gesteine, oder auch durch die Gemengtheile vermittelt werden.

Der erstere Fall kommt z. B. häufig bei Kalksteinlagern im Gneisse oder Glimmerschiefer vor, an deren Gränzen das Nebengestein noch eine Menge kleiner Lagen und Schmitzen von Kalkstein zu enthalten pflegt, welche mit der Entfernung vom Lager immer kürzer und schmäler werden, bis sie endlich verschwinden. Der zweite Fall ist nicht selten bei Erzlagern zu beobachten, deren Erze auch das Nebengestein auf grösseren oder geringeren Abstand zu imprag-

*) Geinitz, Geologie der Steinkohlen Deutschlands u. s. w. 1865, S. 53 f.

[...]en pflegen, so dass man bisweilen ganz unvermerkt aus der Masse des Lagers [...] die Masse des Nebengesteins gelangt.

Eine merkwürdige und im Ganzen nicht zu häufig vorkommende Begrän[...]ngsweise der grösseren liegenden Stöcke ist ihre gänzliche oder theil[...]weise Umhüllung durch eine Zwischenbildung, welche sie vom Neben[...]steine absondert. So werden mehre schwedische Erzstöcke durch einhüllende [...]alen talkiger oder chloritischer Gesteine vom Gneisse abgesondert. Ebenso [...]det man, dass manche Kalksteinlager durch Hornblendschiefer oder Grün[...]steinschiefer, andere durch Graphitschiefer oder Alaunschiefer von dem Gneisse, [Gl]immerschiefer oder Thonschiefer getrennt werden, in dessen Gebiete sie vor[ko]mmen. Die Zinnober-Lagerstätte von Vallalta in den venetianer Alpen, ein [...] Meter mächtiger Lagerstock kleinkörnigen Conglomerates liegt im Talkschiefer, [w]ird aber von ihm durch einen Stockscheider schwarzen Graphitschiefers ge[t]rennt*).

Dagegen wird nach W. Fuchs der Kiesstock von Agordo durch die [sch]wache Hülle eines weissen quarzigen Talkschiefers von dem schwarzen [S]chiefer abgesondert, welchem er eingelagert ist**).

Viele Kalksteinlager werden im Hangenden durch Brauneisenerz von ihrem [Ne]bengesteine, und viele Grünsteinlager durch Rotheisenerz von dem Gebirgs[ge]steine abgesondert, in dessen Gebiete sie vorkommen.

Wir haben noch in aller Kürze die Gruppirungs-Verhältnisse der [la]gerartigen Gebirgsglieder zu betrachten. Es finden sich nämlich die Lager [un]d liegenden Stöcke entweder vereinzelt, oder auch mehrfach theils [ne]ben, theils über einander gruppirt. So treten die Kalksteinstöcke im [G]neisse, Glimmerschiefer und Thonschiefer bisweilen ganz isolirt und spora[di]sch auf; dasselbe kommt wohl auch bei Pyrit- und Magneteisenerzstöcken, [be]i Roth- und Brauneisenerzlagern und bei vielen anderen lagerartigen Gebirgs[gl]iedern vor.

Im Allgemeinen aber scheint doch das gegentheilige Verhältnisse häu[fi]ger Statt zu finden, indem die Lager und Stöcke einer und derselben Art im [G]ebiete einer und derselben Gebirgsformation gern gesellig auftreten, wobei [s]ie entweder in der Richtung des Streichens neben einander zu Lagerzügen, [o]der auch in der Richtung des Fallens über einander zu Lagersystemen [v]ersammelt sind. Bei sehr ausgedehnten, also weithin stetig fortsetzenden [L]agern und Flötzen kommt meist nur das zweite Verhältniss vor, während die [kü]rzeren Lager und die liegenden Stöcke nach Befinden beide Verhältnisse [ze]igen können. Die trennenden Zwischenräume der neben oder hinter [ei]nander liegenden Stöcke, sowie die trennenden Zwischenmittel der über [ei]nander liegenden Lager können sehr verschiedene und oft recht bedeutende [Di]mensionen haben.

---

*) Nach G. vom Rath, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 16, 1864, S. 131.

**) Fuchs, die Venetianer Alpen, 1844, S. 8, und Beiträge zur Lehre von den Erzlager[stä]tten, 1846, S. 15.

So liegen bei Arendal in Norwegen viele zwar eruptive, aber doch lagerförmige Stöcke von Magneteisenerz längs einer und derselben Linie hinter einander in einem fast drei Meilen langen Zuge, von Narestö bis gegen Oiestad. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich innerhalb einer kürzeren Distanz westlich von Tvedestrand in dem Lagerzuge von Solberg, dessen Magneteisenerzstöcke im sogenannten Eisengranite, einem aus rothem Orthoklas, Quarz und Magneteisenerz bestehenden Gesteine, enthalten sind*). Dagegen finden sich bei Berggiesshübel in Sachsen im älteren Schiefergebirge sechs Magneteisenerzlager über einander, von denen das wichtigste 3 bis 4 Lachter mächtig ist; ebenso kennt man bei Schmiedeberg in Schlesien 4 dergleichen Lager über einander. Bei Hüttenberg in Kärnthen liegen im Glimmerschiefer 4 sehr mächtige Kalksteinstöcke über einander, welche durch bedeutende Zwischenmittel von einander getrennt sind; der tiefste, fast 400 Klafter mächtige Kalkstock ist es, in welchem theils über, theils neben einander sehr viele linsenförmige Lagerstöcke von Siderit und Brauneisenerz auftreten, deren Mächtigkeit durchschnittlich zwar nur 4 bis 5 Klafter beträgt, jedoch bei zweien bis 20 und 25 Klafter steigt. Münichsdorfer, im Neuen Jahrbuch für Min. 1855, S. 713 f.**) Keine Art von Lagern zeigt jedoch das Verhältniss der mehrfachen Uebereinanderlagerung häufiger und regelmässiger, als die Steinkohlenflötze. Es ist wohl sehr selten der Fall, dass in einem Steinkohlenbassin nur ein Flötz ausgebildet ist; gewöhnlich liegen mehre, durch Sandstein und Schieferthon von einander abgesonderte Flötze über einander. So kennt man in Sachsen, in den beiden kleinen Bassins der Culmformation bei Hainichen und Ebersdorf 3 bis 5, und in dem grossen erzgebirgischen Bassin bei Zwickau 9 bis 10 Flötze; andere und zum Theil noch viel auffallendere Beispiele wurden im zweiten Bande S. 490 angeführt.

Die oben betrachtete Erscheinung der Gabelung oder Zerschlagung der Lager kann, wenn sie in entgegengesetztem Sinne als eine Zusammenlegung oder Scharung aufgefasst wird, mit zu den Gruppirungs-Verhältnissen gerechnet werden. Wenn aber auch von diesem Gesichtspuncte aus eine Scharung und Schleppung zweier Lager möglich ist, so kann doch eine Kreuzung oder Durchsetzung derselben niemals vorkommen.

### §. 519. *Erzführende Gesteinsschichten, Fahlbänder.*

Es wurde bereits oben S. 458 bemerkt, dass man die Lager nach der verschiedenen Beschaffenheit ihres Materials als Gesteinslager, Erzlager und Minerallager unterscheidet. Da nun die Gesteinslager und die einfachen Minerallager grossentheils bei der Betrachtung derjenigen Gebirgsformationen mit erwähnt worden sind, in deren Schoosse sie vorkommen, so haben wir es an gegenwärtigem Orte vornehmlich nur mit den Erzlagern zu thun, welche sich als wirkliche Lager und als Lagerstöcke unterscheiden lassen.

Bevor wir jedoch zur Betrachtung derselben verschreiten, müssen wir gewisser, mit ihnen sehr nahe verwandter Vorkommnisse gedenken, welche zwar gewöhnlich gar keine bestimmte Form und Begränzung zeigen, dennoch aber nicht selten Uebergänge in Erzlager und Erzstöcke bilden. Es sind dies die erzführenden Gesteinsschichten.

---

*) Kjerulf und Dahll, *Om Jernertsernes Forekomst ved Arendal etc.* 1861, S. 31.

**) Die erste Beschreibung dieser Lager gab wohl Karsten in seinen metallurgischen Reisen, S. 312 ff.

Erzführende Gesteinsschichten sind solche Schichten, welche sich von ...ren Schichten desselben Schichtensystems besonders dadurch unter-...iden, dass sie von Erzen, zwar nur in kleineren Partieen, jedoch ziem-... gleichmässig durchdrungen oder durchzogen sind.

B. v. Cotta bezeichnet diese Vorkommnisse als Imprägnationen, und ...r als selbständige Imprägnationen, sofern sie nicht von anderen (beson-...s gangartigen) Erzlagerstätten abhängig, sondern ursprünglich, oder doch ...ch eigenthümliche Bildungsprocesse entstanden sind. Johann Grimm bedient ...h des Wortes Einsprengung als synonym mit Imprägnation, betrachtet ... betreffenden Schichten als eine besondere Abtheilung des Vorkommens ...tzbarer Mineralien, gegenüber dem Vorkommen in untergeordneten Gebirgs-...ledern, und unterscheidet die ursprüngliche und die secundäre Ein-...rengung, ja nachdem die Erztheile in dem Gebirgsgesteine ursprünglich ...bildet, oder secundär als lose Krystalle und Fragmente eingeschwemmt worden ...nd. Zu diesen letzteren Vorkommnissen gehören die sogenannten Seifen-...ger, welche v. Cotta als oberflächliche Auflagerungen bezeichnet, ...nd von den Erzlagern als parallelen Einlagerungen unterscheidet*).

Die erzführenden Gesteinsschichten sind keine eigentlichen Erzlager, ob-...leich sie sich ihnen am meisten nähern; sie verlaufen oft ganz allmälig in erz-...leeres Gestein, mit welchem dieselbe Schicht weiterhin verfolgt werden kann; ...ie behaupten, wie Grimm sagt, ungeachtet der beigemengten Erze, dennoch ...ren petrographischen Charakter, und sind nur solche Vorkommnisse des ...betreffenden Gesteins, welche ein oder auch ein paar metallische Mineralien ...lrei) als accessorische Bestandtheile enthalten. Dennoch haben manche dieser ...erzführenden Gesteinsschichten eine grosse technische Bedeutung, theils unmit-...telbar, indem ihr Gestein als Erz gewonnen und verarbeitet wird, theils mittel-...bar, indem sie auf durchsetzende Erzgänge eine mehr oder weniger vortheilhafte ...Einwirkung ausgeübt haben.

Die Erze finden sich in den erzführenden Gesteinsschichten besonders auf ...ier verschiedene Arten:

1) in der Form von eingesprengten Krystallen und krystallinischen Körnern, oder auch in dergleichen Lamellen und Schuppen; dabei haben diese Körner und Lamellen eine sehr verschiedene Grösse, welche bisweilen zu mikroskopischer Kleinheit herabsinken kann;
2) in der Form von kleinen Knoten oder Klumpen, welche selbst aus krystallinischen Elementen bestehen;
3) in der Form von Anflügen und Dendriten, von zarten Schmitzen und Trümern, theils auf den Schichtungsfugen und Structurflächen, theils auf Rissen und Klüften des Gesteins; und endlich
4) in der Form eines die Gesteinsmasse gleichmässig durchdringenden Pigmentes, welches namentlich von gewissen Metalloxyden oder Metallsalzen geliefert wird.

*) B. v. Cotta, die Lehre von den Erzlagerstätten, 2. Aufl. I, S. 205 und 85. Grimm, ...agerstätten nutzbarer Mineralien, S. 14 ff.

Die beiden ersten Formen sind Einsprengungen in der eigentliche tung des Wortes; doch sind die Erze nicht immer ganz gleichmässig Gesteinsschichten vertheilt, vielmehr wechseln häufig Streifen, in reichlicher eingesprengt ist, mit anderen Streifen ab, welche es nur enthalten. Die vierte Form ist in technischer Hinsicht ganz werthlos.

Eine genaue Gränze zwischen den erzführenden Gesteinsschichten eigentlichen Erzlagern lässt sich nicht ziehen; concentriren sich die Gesteinschicht verstreuten Erze stellenweise zu grösseren, stetig ausg und bestimmt contourirten Massen, so findet eben ein Uebergang aus de Imprägnation in einen Erzstock oder ein Erzlager Statt. Eine mit E prägnirte Gesteinsschicht kann füglich, wie Böbert einmal sagt, der zu einem Lager oder ein halbfertiges Lager genannt werden; od Grimm ausdrückt: diese Einsprengungen lassen sich gleichsam als En von Erzlagern betrachten.

Zu den schon länger bekannten Beispielen von erzführenden schichten gehören die bei Kongsberg in Norwegen vorkommenden sog Fahlbänder*), welche Böbert im Jahre 1846 als eine eigenthümlic bisher ganz vernachlässigte Art von Erzlagerstätten bezeichnete, für Mangel einer bestimmten Begränzung und die oft grosse Mächtigkeit b charakteristisch sei..

Das Gebirge zunächst bei Kongsberg besteht aus Gneiss, Glimme und Hornblendschiefer, deren Schichten nordsüdlich streichen, und 7 in Ost fallen; die Fahlbänder sind nun sieben bis acht, in diesen S enthaltene, mit Eisenkies, Kupferkies, Magnetkies und Zinkblende imp oft mehre hundert Fuss breite Gesteinszonen, welche zwar im Allgeme Schichtung parallel laufen, dennoch aber solche bisweilen schräg schneiden, übrigens weit fortsetzen, wie sich denn einige bis eine M verfolgen lassen. Die Imprägnation ist oft so fein, dass sie mit dem blos kaum wahrgenommen werden kann, auch wird sie gegen das Ende d immer schmäler; Kjerulf und Dahll deriviren sie von den Gabbro-Ablag welche westlich von Kongsberg beginnen und nordwärts weit über den fortsetzen, und deren Gestein mit denselben Erzen imprägnirt ist. Diese berger Fahlbänder bilden an und für sich keinen Gegenstand des dortig baus, erlangen aber für denselben deshalb eine grosse Wichtigkeit, quer durch sie hindurchsetzenden Erzgänge innerhalb ihrer besonders Silber sind**).

---

*) Fallbänder nach der älteren Schreibart. Böbert hat schon im Jahre Schreibart Fahlbänder befolgt, welche sich auf die rostfahle Farbe der Ausstric Schichten bezieht, und auch von den norwegischen Geologen später adoptirt w Böbert, *Nyt Magazin for Naturvid.* B. V, 1846, S. 19 ff.

**) Die neuesten mir bekannt gewordenen Mittheilungen über die Kongsber bänder finden sich in der Schrift von Theodor Kjerulf und Tellef Dahll Erzdistrict Kongsbergs, deutsch (etwas unbeholfen übersetzt) von Christop Christiania 1860; sowie in P. Herter's Abhandlung über die Erzführung der

Ein anderes Beispiel von Fahlbändern liefern die sogenannten Kobaltlager von Skutterud und Snarum in Norwegen. Auch dort besteht das Gebirge aus einer Wechsellagerung von Gneiss, Glimmerschiefer, glimmerreichem Quarzit, Hornblendschiefer und Granit, deren fast senkrechte Schichten nordsüdlich streichen. Besonders dem Gneisse und dem quarzreichen Glimmerschiefer sind die Kobalterze, nämlich Glanzkobalt, Kobaltarsenkies und Tesseralkies mehr oder weniger reichlich eingesprengt, wodurch mehre erzführende Zonen gebildet werden, von denen die bedeutendste auf dem westlichen Ufer der Snarum-Elv über eine Meile weit fortzieht, und stellenweise eine Breite von 500 Ellen erreicht; doch ist auch diese Zone keinesweges durchgängig mit Erzen versehen, vielmehr wechseln erzleere und erzführende Streifen mit einander ab, und wird die Lagerstätte im Ganzen als eine sehr arme bezeichnet. Oestlich von diesem Hauptlager findet sich auf dem linken Ufer der Snarum-Elv ein Nebenlager von ähnlicher Beschaffenheit. Scheerer und Böbert erklärten sie für Analoga der Kongsberger Fahlbänder*).

Nach Böbert zeigt auch das Kobaltlager von Vena in Schweden alle Eigenschaften eines Fahlbandes; dasselbe ist nach Scheerer der Fall mit den bei Espedalen, westlich von Lillehammer in Norwegen vorkommenden Gesteinsschichten, welche Eisennickelkies und etwas Kupferkies enthalten. Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dass die Erze in allen diesen Fahlbändern Scandinaviens ursprünglich und mit dem Gesteine zugleich gebildet worden sind.

Erzführende Gesteinsschichten kommen aber auch in unzweifelhaft sedimentären Gebirgsformationen vor; wie sie denn überhaupt zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören. Beispielsweise nennen wir die Zinnoberlager von Almaden und Huancavelica, einige Gesteine der permischen Formation oder der Dyas, und gewisse Schichten der Buntsandstein-Formation.

Die berühmten Zinnoberlager von Almaden in Spanien scheinen nach Casiano de Prado und Adalbert Nöggerath den Fahlbändern analoge, mit Zinnober imprägnirte, steil aufgerichtete Schichten der devonischen (oder silurischen) Formation zu sein, welche sich nur durch ihre Erzführung von den übrigen Schichten unterscheiden**). Es sind besonders drei, dem Thonschiefer eingelagerte Sandstein- oder Quarzitzonen, in denen sich die Imprägnation zu erkennen giebt, welche zumal in dem weissen Sandsteine oft so reichlich Statt findet, dass es schwer wird, die Quarzkörner zwischen dem rothen Bindemittel zu erkennen; ja bisweilen hat der Zinnober die Sandsteinmasse gänzlich verdrängt, und erscheint dann in derben Massen, während er in dem schwarzen Sandsteine nur eingesprengt und als Anflug vorkommt. Ausser ihm finden sich noch besonders gediegenes Mercur und Pyrit.

---

tischen Schiefer, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 23, 1871, S. 383 f. Eine ältere, aber sehr verständliche Darstellung gab der Auszug des Berichtes einer, im J. 1833 zur Untersuchung des Kongsberger Silberbergwerkes ernannten Commission, welcher im ersten Bande des *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, Heft I, 1836, S. 86 ff. erschienen ist, auch von Böbert in Karsten's Archiv, B. 12, 1839, S. 267 ff. deutsch mitgetheilt wurde.

*) Scheerer, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 16, 1842, S. 122, und Böbert, ebendaselbst, Bd. 21, 1847, S. 216.

**) Andere, wie Willkomm, Ezquerra del Bayo und Le Play, halten sie für Gänge.

Casiano de Prado, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 182 ff. und Adalbert Nöggerath, im Neuen Jahrb. für Min. 1863, S. 479 f.

Auch die Mercurlagerstätten von Idria in Krain dürften nach v. Cotta hauptsächlich als imprägnirte Lager eines schwarzen bituminösen Schiefers zu betrachten sein, deren Imprägnation mit Zinnober erst später Statt gefunden hat.

Die bedeutenden Zinnoberlager von Huancavelica in Peru finden sich in einer etwa 100 Meter mächtigen Zone von Sandstein und Schieferthon, wo namentlich der Sandstein mehr oder weniger reichlich mit Zinnober imprägnirt ist, welcher eingesprengt, derb und in Trümern vorkommt. Auch dort so wie in ganz Peru, wo sich an vielen Orten ähnliche Verhältnisse wiederholen, scheint das Erz erst nach der Aufrichtung der Schichten in dieselben gelangt zu sein. *Crosnier*, in *Annales des mines,* [5], *vol. II,* 1852, *p.* 36 ff.

Zu den erzführenden Gesteinsschichten lassen sich auch die Sandsteine der unteren Abtheilung der permischen Formation Russlands rechnen, welche, ebenso wie die in ihnen enthaltenen fossilen Pflanzenreste, mit Kupfererzen, besonders mit Malachit und Azurit imprägnirt sind; wie im zweiten Bande unseres Lehrbuches S. 658 und 659 bemerkt wurde. Ebenso gehören hierher die kupfererzhaltigen Sandsteine des Rothliegenden von Böhmischbrod und Schwarzkosteletz in Böhmen, welche a. a. O. S. 604 und 614 erwähnt worden sind. Selbst das Kupferschieferflötz Thüringens dürfte nach der Art und Weise des Vorkommens der Erze, wie solches a. a. O. S. 621 geschildert wurde, eher als eine erzführende Gesteinsschicht, denn als ein selbständiges Erzlager zu betrachten sein.

Besonders interessant und sehr wichtig in technischer Hinsicht sind die bleiglanzhaltigen Schichten der Buntsandstein-Formation bei Commern und Maubach in Rheinpreussen.

Bei Commern unweit Zülpich bilden diese Schichten die obere Etage der Formation, welche dort vorherrschend aus einem weissen oder gelblichen, feinkörnigen und lockeren Sandstein besteht, während die mächtige untere Etage von dunkelfarbigen Conglomeraten gebildet wird. Die Erze kommen nun in der Weise vor, dass der Sandstein in seiner ganzen Masse sehr gleichmässig von runden, bis erbsengrossen Körnern erfüllt ist, welche aus feinkörnigem Bleiglanz und etwas Sand bestehen, und von den Bergleuten Knotten genannt werden *). Diese Erzführung erstreckt sich fast eine Meile weit, beginnt nahe unter Tage, und reicht bis zu 120 Fuss Tiefe; der Knottensandstein wird daher in grossen Tagebauen gewonnen, und bedingt eine fast unbegränzte Bleiproduction, welche auch etwas Silber liefert. Vergl. v. Carnall, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, 1853, S. 243; und Ad. Gurlt, im Neuen Jahrb. für Min. 1861, S. 609 ff.

Bei Maubach unweit Düren ist es die untere, aus Conglomerat und etwas Sandstein bestehende Etage, welche die Erze innerhalb sechs verschiedener Horizonte beherbergt; nahe am Ausstriche ist es Cerussit, welcher in dem Conglomerate einen Theil des Bindemittels liefert: weiter einwärts aber erscheint der Bleiglanz in ähnlichen Formen wie bei Commern, nur verhältnissmässig viel reichlicher als dort. Gurlt ist der Ansicht, dass das Blei wohl ursprünglich als Chlorblei durch heisse Quellen in das Buntsandsteinmeer geliefert wurde, dessen schwefelsaure Salze es in Bleisulphat umwandelten, welches als Schlamm von den Sedimenten aufge-

*) F. v. Hövel erkannte schon im Jahre 1814, dass dieses Bleierz im Buntsandstein vorkommt. Magazin der Ges. naturf. Freunde zu Berlin, B. 7, 1816, S. 368.

kommen und durch die Einwirkung organischer Substanzen zu Schwefelblei reducirt wurde.

Das Vorkommen von St. Avold bei Saarbrück stimmt ganz überein mit jenem von Commern; dort ist es eine in rothfarbigem Sandsteine liegende, bis 40 Fuss mächtige Abtheilung von weissen Sandsteinschichten, welche mit Knoten und Schnüren von Bleiglanz ganz erfüllt sind.

Aber auch Kupfererze sind mehrorts in den Schichten der Buntsandsteinformation angehäuft; so ist z. B. am Blauberge bei Wallerfangen unweit Saarlouis der Sandstein mit erbsen- bis bohnengrossen Körnern von erdiger Kupferlasur erfüllt, welche ehemals aus mehren hundert engen cylindrischen Schächten gefördert worden sind; andere Beispiele wurden im zweiten Bande, S. 739 angeführt.

Wahrscheinlich auf ähnliche Weise sind die Kupfererze zu beurtheilen, welche im triadischen Sandsteine des Staates New-Jersey in Nordamerika vorkommen; wenigstens wird ausdrücklich gesagt, dass sie sich nirgends in wirklichen Gängen, sondern nur eingesprengt, sowie in kleinen Nestern und Schnüren finden. Henry Rogers, *Report on the geological survey of the State of New-Jersey; Philadelphia* 1836, *p.* 166 ff.

Viele goldhaltige Quarzlager sind wohl ebenfalls den Fahlbändern oder den erzführenden Gesteinsschichten zu vergleichen, indem sie das Gold und die übrigen Erze nur sparsam eingesprengt zu enthalten pflegen. Diese Lager sind gewöhnlich schmal, selten sehr mächtig, kommen in der Urschiefer-Formation meist in mehrfacher Wiederholung über einander vor, bestehen aus körnigem bis dichtem, weissem, grauem oder durch Eisenoxyd gefärbtem, oft glimmerhaltigem Quarzite, welcher gewöhnlich Pyrit, Glanzeisenerz, bisweilen auch Zinkblende und Bleiglanz deutlich eingesprengt, das Gold aber meist nur in ganz kleinen, oft kaum sichtbaren Blättchen enthält. Die diese Lager unmittelbar einschliessenden Schieferschichten sind gewöhnlich auch goldhaltig.

So verhalten sich die Lager bei Zell im Tiroler Zillerthale, wo am nördlichen Abhange des Heinzenberges im Thonglimmerschiefer nicht weniger als sieben vorkommen, von denen das Friedrichslager das mächtigste ist; die Schichten streichen ostwestlich, und fallen 70° in Süd; das Gold findet sich nach Trinker in mehren, 30 bis 40 Klafter breiten Zonen, welche in der Ebene des Lagers unter einem Winkel von 45° nach Südwesten einfallen. Riepl, im *Bull. de la soc. géol. t. III, p.* 145, und v. Cotta, Erzlagerstätten, II, S. 324. — Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich in Nord- und Süd-Carolina, sowie in Virginien, wo die gewöhnlich nur 1 bis 3 Fuss mächtigen Quarzlager*) im Glimmerschiefer und alten Thonschiefer liegen, deren nächste Schichten oft selbst goldhaltig sind. Obgleich das Gold in der Regel gar nicht sichtbar ist, so haben doch in Virginien manche Gruben aus 100 Pfund Quarz für 4 bis 12 Dollars Gold gewonnen. Silliman, im *American Journal of science, vol.* 32, 1837, *p.* 99 ff. Dass es wirklich Lager und nicht Gänge sind, wie gewöhnlich gesagt wird, diess hebt Silliman ausdrücklich hervor. Damit stimmen die neueren Beobachtungen Hermann Credner's vollkommen überein, welcher berichtet, dass dem alten Schiefergebirge Virginia's Zwischenlager von dünnplattigem Quarzitschiefer eingeschaltet sind, denen goldhaltiger Pyrit eingesprengt ist, der sich streifenweise sehr concentrirt, nahe unter Tage in Brauneisenerz

---

*) Doch giebt Tuomey im *Report on South Carolina* vom Jahre 1848 an, dass dort in Chesterfield County die berühmte Brewer's Mine auf einem bis 800 Yards mächtigem Quarzlager baue, welches in seiner ganzen Mächtigkeit mehr oder weniger goldhaltig ist. Ist diess vielleicht ein Analogon der Itacolumitzone von Dahlonega in Georgia?

übergeht, in 80 Fuss Tiefe aber von Kupferkies verdrängt wird. Ausserdem finden sich in demselben Schiefergebirge theils Lenticularmassen von Quarz, welche zonenweise hinter und neben einander liegen, theils stetig fortsetzende Quarzlager von 1 bis 2, und nur stellenweise von 10 bis 15 Fuss Mächtigkeit, welche das Gold in Drath-, Blatt- und Körnerform, oder auch in Pyrit eingesprengt enthalten, wozu sich noch Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz gesellen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 82 f. — Bei Dahlonega im nördlichen Theile von Georgia ist es nach Credner besonders eine 2000 Fuss breite Zone von Itacolumit, welche mit feinschuppigen und staubförmigen Goldtheilchen so gleichmässig imprägnirt ist, dass das ganze Gestein gewonnen und aufbereitet werden kann. Dieselbe Zeitschrift, B. 19, S. 35 f.

### §. 520. *Neueste erzführende Gesteinslager; Seifenlager.*

Zu denen, auch in technischer und nationalökonomischer Hinsicht besonders wichtigen neueren Bildungen gehören jene quartären und recenten, oder diluvialen und alluvialen Ablagerungen von Gesteinsschutt, in welchen Edelsteine und edle Metalle, zumal Gold und Platin, oder doch nutzbare Erze vorkommen, weshalb sie von Brongniart mit dem Namen der plusiatischen Diluvialgebilde belegt worden sind. Der teutsche Bergmann bezeichnet sie gewöhnlich als Seifenlager *), nach derjenigen bergmännischen Operation, durch welche sie ausgebeutet zu werden pflegen, und unterscheidet sie dann weiter, nach dem hauptsächlichen Gegenstande der Ausbeutung, als Gold-, Platin-, Zinnseifenlager u. s. w.

Obgleich dieselben fast nur der quartären und recenten Periode angehören, so lassen sie sich doch gleichfalls als erzführende Gesteinslager betrachten, welche sich freilich von den Fahlbändern und anderen in §. 519 erwähnten Bildungen der Art gar wesentlich unterscheiden. Denn gewöhnlich erscheinen sie als ganz oberflächliche Ablagerungen in ehemaligen oder jetzigen Flussbetten, während sie nur in seltenen Fällen von neueren tertiären oder von vulcanischen Gesteinen überlagert werden. Die in ihnen enthaltenen Erze oder Metalle aber sind nicht ursprünglich innerhalb ihrer gebildet, sondern secundär, als klastische Elemente, zugleich mit dem anderen Gesteinsschutte zugeschwemmt worden.

Die Seifenlager bestehen gewöhnlich aus losen und schüttigen Massen, nämlich aus Lehm, Letten und Sand, Grus und Geröll, oft vorwaltend aus einem eisenschüssigen Quarzsande, dem Magneteisenerz beigemengt ist, aus Quarzgeröllen und mancherlei anderen Gesteinstrümmern, deren Arten meist in einer sehr bestimmten Beziehung zu den werthvollen Bestandtheilen der Seifenlager stehen. Innerhalb dieser Schuttmassen kommen nun mehr oder weniger häufig, zum Theil aber auch nur als grosse Seltenheiten, mancherlei theils metallische, theils nicht metallische Mineralien vor; die gediegenen Metalle in Blättchen, Körnern oder Klumpen, die übrigen Mineralien in Körnern, in mehr oder weniger

*) Der oft vorkommende Ausdruck Seifengebirge erscheint doch etwas unpassend, daher wir mit v. Cotta nur das Wort Seifenlager gelten lassen möchten.

abgerundeten Krystallen, in Geröllen, Geschieben oder eckigen Stücken. Von gediegenen Metallen sind die wichtigsten: Gold, Platin mit seinen Begleitern Iridium, Osmiridium und Palladium, als Seltenheiten Blei, Kupfer, Eisen und Meteoreisen; von anderen metallischen Mineralien sind zunächst Zinnerz und Magneteisenerz, ferner Chromeisenerz, Titaneisenerz, Glanzeisenerz, Eisenkies, Rutil, Anatas, Brookit und Brauneisenerz zu erwähnen; von Edelsteinen verdient zunächst der Diamant, dann der Topas, Beryll, Korund, Chrysoberyll und Spinell genannt zu werden, an welche sich auch Zirkon, Granat, Amethyst, Bergkrystall und noch andere anschliessen. Doch versteht es sich von selbst, dass verschiedene Ablagerungen auch verschiedene von den hier genannten (und nicht genannten) Mineralien enthalten, und dass insbesondere die werthvolleren Mineralien nur auf gewissen Lagerstätten gefunden werden; worauf ja eben die Unterscheidung der verschiedenen Seifenlager beruht, welche bald diese, bald jene, bald mehre, bald wenigere Mineralien, und solche überdies bald reichlich, bald sehr spärlich beherbergen. Als seltenere Vorkommnisse sind im Allgemeinen die Diamant-, die Platin- und die Zinnerz-Seifenlager zu bezeichnen, während die goldführenden Schichten häufig, obwohl von sehr verschiedenem Gehalte und daher auch von sehr verschiedener Bedeutung vorkommen. Eine eigenthümliche Art von diluvialen Erzlagerstätten bilden noch die durch Zusammenschwemmung in secundärer Weise entstandenen Bohnerz-Ablagerungen.

Die meisten Metallseifenlager sind aus der Zerstörung anderer Erzlagerstätten hervorgegangen, welche Zerstörung hauptsächlich durch die Fallthätigkeit der Gewässer während heftiger und grossartiger Fluthen bewirkt worden ist. Dabei wurde ein bedeutender Theil des feineren und leichteren Schuttes weiter fortgeschwemmt, während ein anderer Theil desselben, sammt den gröberen Schuttmassen und den specifisch schwereren Erz- oder Metalltheilen in den Rinnsalen der Bach- und Flussbetten niedergelegt wurden. Daher sind die Materialien der Seifenlager meistentheils in Thälern, Schluchten und andern Depressionen der Erdoberfläche abgelagert; bisweilen bilden sie aber auch ziemlich ausgedehnte Ablagerungen auf den Abfällen oder am Fusse der Gebirge. Auch unterscheidet man wohl ältere und jüngere Seifenlager, von welchen die letzteren unmittelbar in den jetzigen Flussbetten abgelagert sind, und nur als die Producte der Aufwühlung und Zusammenspülung von Materialien der ersteren zu betrachten sein dürften.

Auf das Vorkommen relativ hoch liegender Seifenlager hat zuerst Zerrenner aufmerksam gemacht. Bei Olahpian in Siebenbürgen finden sich nämlich die älteren, an Gold sehr armen Seifenlager nicht in den Thälern, sondern auf den Höhen, auf den culminirenden Rücken der Gegend, was Zerrenner mit Recht als eine Merkwürdigkeit hervorhebt, welche beweist, dass sie vor der Bildung der jetztigen Thäler abgelagert worden sind *). Dieselbe Erscheinung wiederholt sich in einer höchst auffallenden Weise in den nördlichen Gegenden Cali-

*) Zerrenner, im Jahrb. der k. k. geol Reichsanstalt, 1853, S. 487.

forniens, wo die oft sehr mächtigen und goldreichen älteren Seifenlager, welche nach Whitney und Newberry noch der pliocänen Tertiärperiode angehören, auf dem westlichen Abfalle der Sierra Nevada in alten, hoch über dem Niveau der jetzigen Thäler eingeschnittenen Thalrinnen liegen, und gar häufig von vulcanischen Tuffen und basaltischen Lavaströmen bedeckt werden, deren langgestreckte Tafelberge auf den, zwischen den jetzigen Thälern hinlaufenden Jöchern aufragen *).

Aus der ganzen Bildungsweise der Seifenlager folgt schon, dass sie gewöhnlich in ihren tiefsten Schichten am reichsten sind; besonders die grösseren Körner und Klumpen der gediegenen Metalle oder Erze finden sich oft nahe über der Auflagerungsfläche, ja sogar bisweilen in den Spalten und Löchern des Untergebirges. Aber nur die schwer zerstörbaren Metalle und Erze, wie Gold und Platin, wie Zinnerz, Magneteisenerz und Titaneisenerz, konnten sich bis auf den heutigen Tag erhalten, wogegen die leicht angreifbaren, wie Silber und Kupfer, wie die meisten Kiese, Glanze und Blenden im Laufe der Zeiten einer Auflösung oder chemischen Zersetzung unterlagen und spurlos verschwanden. Daher kommt es wohl, dass man fast nur Seifenlager jener zuerst genannten Metalle und Erze kennt.

Wir verweisen unsere Leser wegen dieser und vieler anderer Verhältnisse auf die lehrreiche Schrift von Zerrenner, Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamanten-Waschen, deren erste Hälfte eine reichhaltige und vollständige geognostische Charakteristik der Gold, Platin und Diamanten führenden Seifenlager bietet. An gegenwärtigem Orte müssen wir uns auf einige Bemerkungen über die Zinnerz-, Gold-, Platin- und Diamanten-Seifengebirge beschränken.

1. Die zinnerzführenden Diluvialgebilde oder die sogenannten Zinnseifenlager (die *stream-works* der Engländer) finden sich nur selten auf den Höhen der Gebirge oder Plateaus, meistentheils in Thälern, aber fast immer entweder im Gebiete oder doch in der Nachbarschaft solcher Granit-Ablagerungen, welche zinnerzführende Gänge von Quarz, Greisen, Schörlquarzit oder Granit umschliessen. Diess ist wenigstens der Fall in Sachsen, in Cornwall, bei Piriac in Frankreich, auf der Malayischen Halbinsel und auf der Insel Banka. Obgleich nun die Zinnseifenlager bei weitem nicht so mannichfaltige und kostbare Mineralien enthalten, wie die übrigen plusiatischen Diluvialgebilde, so werden sie aber doch oft mit Vortheil auf Zinn benutzt; namentlich wird das ostindische Zinn aus den dortigen Seifenwerken gewonnen.

Die sächsischen Zinnseifenlager sind in vielen Thälern und Schluchten unserer obergebirgischen Granitregionen und des zunächst angränzenden Schiefergebirges niedergelegt, finden sich aber nur da, wo weiter aufwärts in denselben Thälern Zinnerzgänge vorkommen. Ihre Mächtigkeif dürfte nirgends 5 Lachter übersteigen und vermindert sich allmälig, je weiter man die Thäler abwärts verfolgt. Sie stellen ziemlich regellose Ablagerungen von Felsblöcken, Geschieben, Geröllen, Grus und Sand dar, welche meist von Gebirgsgesteinen, und zwar ins-

*) Burkart, im Neuen Jahrb. für Min. 1870, S. 149. Man muss dem geehrten Verfasser sehr dankbar sein für die treffliche Darstellung der Goldlagerstätten Californiens, die Original-Arbeiten der nordamerikanischen Geologen stehen ja nicht Jedem zu Gebote

besondere von Granit, Schiefer und Schörlquarzit, nächstdem von Ganggesteinen, und zwar sowohl von Zinn- als auch von Eisen-Erzgängen abstammen, Je nachdem das Thal blos aus Granit, oder blos aus Schiefer, oder auch aus beiderlei Gesteinen besteht, finden sich auch nur Granit- oder nur Schiefergeschiebe, oder auch Geschiebe von beiden diesen Gesteinen. Die aus den Zinnerzgängen fortgeführten Materialien stammen aus allen in den betreffenden Gegenden vorkommenden Zinngangformationen, und begreifen namentlich auch den Zinnsand und die sog. Zinngraupen. Die aus den Eisenerzgängen abstammenden Materialien sind besonders Rotheisenerz, Quarz, Jaspis, Eisenkiesel, Hornstein, selten Chalcedon, Opal, Brauneisenerz oder Manganerz. Als Seltenheiten kommen auch Wolfram, Topas und Gold vor; allein das grösste, am Auersberge gefundene Goldkorn wog nur 13 Ass.

Auch in den Zinnseifen von Cornwall ist zuweilen Gold vorgekommen, ausserdem aber das Zinnerz durch vorzügliche Reinheit und durch das nicht seltene Vorkommen der feinfaserigen Varietäten oder des sogenannten Holzzinnerzes ausgezeichnet*).

Das Zinnerz findet sich aber nicht etwa zerstreut in den Diluvial- oder Alluvialschichten der Thäler, sondern stets zu unterst, unmittelbar über dem anstehenden Gesteine des Thalgrundes, gleichsam concentrirt in einer 2 bis 10 Fuss mächtigen Schicht, dem sogenannten *tin ground*. Da nun doch derselbe Thalgrund vorher gewiss von anderen Alluvialmassen bedeckt war, so dürfte diess beweissen, dass es eine einzige, aber sehr heftige Fluth war, durch welche dieses frühere Alluvium fortgeschwemmt, und der rein gefegte Felsgrund der Thalsohle mit den zinnerzführenden Alluvionen überschüttet wurde**). Das so gebildete Seifenlager besteht meist aus Geschieben und Brocken von Granit, Quarz und Schiefer, zwischen denen das Zinnerz in Körnern und eckigen Stücken, bisweilen (wie bei Pentuan) in Klumpen bis zu 10 Pfund Gewicht enthalten ist.

Bei der Nähe des Meeres bieten die dortigen Ablagerungen manche interessante Erscheinungen dar. Sie erfüllen nämlich die Thäler oft bis an die Meeresküste, und da ist es mehrfach beobachtet worden, dass die zinnerzführenden Schichten bis zu 50 Fuss Höhe über dem jetzigen Meeresspiegel mit muschelführendem Meeressand bedeckt sind, wogegen in einigen andern, zu bedeutender Tiefe aufgeschlossenen Strandseifenwerken bis zu 50 Fuss unter dem jetzigen Meeresspiegel noch aufrecht stehende Wurzelstöcke von Bäumen gefunden wurden.

So fanden sich z. B. nach Colenso in dem 3 bis 10 Fuss mächtigen Zinngrunde bei Pentuan unterhalb St. Austell Wurzelstöcke von Eichen; auf seiner Oberfläche aber mehre eichene Pfähle eingetrieben, welche durch grosse Steine gestützt waren; ebendaselbst stellenweise Austerschalen, noch festsitzend auf ihrer Unter-

*) Diese beiden Thatsachen veranlassten früher Zweifel daran, dass das Seifenzinn aus den dortigen Zinngängen stamme; Carne widerlegte diese und andere Bedenken in den *Transactions of the geol. soc. of Cornwall, vol. 4, 1832, p. 95 ff.* Gold fand sich z. B. bei Ladock (St. Just), bei Pentuan (St. Austell) und besonders bei Carnon in der Gegend der Gwennap-Hills.

**) Die Cornwaller Zinnseifenlager, sagt Carne, liefern den sichersten Beweis einer plötzlich und gewaltig hereinbrechenden Ueberschwemmung, deren Wirkungen sich bei keiner späteren Fluth wiederholt haben. *Transactions of the geol. soc. of Cornwall, vol. 4, p. 55.* Auch De la Beche erklärt sich dafür, dass eine gewaltige Fluth in nordsüdlicher Richtung über einen grossen Theil von England gegangen sein müsse. *Report on the Geol. of Cornwall, p. 399.* Auf ganz ähnliche Folgerungen führen auch die älteren Goldseifenlager Californiens; »sie liefern den unumstösslichen Beweis, dass früher ein mächtiger Wasserstrom diese alten Flussrinnen, hoch über dem Niveau der heutigen Thäler, Jahrtausende lang durchflossen haben muss«. Burkart, im Neuen Jahrb. für Min. 1870, S. 169.

lage. Darüber folgte eine etwa fussdicke, mit Blättern, Moos und Haselnüssen erfüllte Schicht, dann 12 Fuss Schlamm mit Seemuscheln, 20 Fuss Seesand mit eingeschwemmten Eichenstämmen, Knochen von Rothwild, Ochsen und selbst von Menschen; zuletzt 20 Fuss Flusssand und Geröll. Bei Carnon in der Gegend von Gwennap ist der Zinngrund nach Henwood $1/2$ bis 12, im Mittel 4 Fuss mächtig, liegt unmittelbar über Thonschiefer, und enthält ausser Zinnerz auch viele Pyritwürfel und ein wenig Zinkblende. Darüber lag eine $1\,1/2$ F. mächtige Torfschicht mit Holz, Moos, Laub, Nüssen, vielen Hirsch- und einigen Menschenknochen; dann folgten über 50 Fuss abwechselnd Schlamm und Sand, der letztere zum Theil reich an Seemuscheln. (Colenso, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall, vol. 4*, p. 29 ff.; Henwood, *ibidem, p.* 57 ff.) Aus diesen und anderen Thatsachen schliesst Boase, dass vor und während der Ablagerung des Seifenzinnerzes, der Meeresspiegel mindestens 50 Fuss tiefer, oder das Land um eben so viel höher gestanden haben müsse, als gegenwärtig, dass aber nach der Ablagerung desselben der Meeresspiegel mindestens 50 Fuss höher gestiegen sein müsse, als heutzutage; so dass die durch diese Erscheinungen angezeigten Schwankungen im Stande des Meeresspiegels wenigstens einen Betrag von 100 Fuss erreichen (a. a. O. p. 470).

Auf der Halbinsel Malacca, sowie auf den Inseln Banka, Biliton und Salanga oder Junk-Ceylon ist der Zinnsand in wahrhaft unerschöpflicher Menge vorhanden; die ganze Halbinsel ist unstreitig das reichste Magazin von Zinnerz auf der Erde. Meist kommt es als Seifenzinnerz vor; auf der Insel Banka findet es sich zugleich mit Eisenerz auf Gängen im Granit. Die Seifenlager dieser Insel dehnen sich am Fusse der Granitberge in horizontalen Schichten aus, durch welche Schächte von 10 bis 60 Fuss Tiefe abgesunken werden, von welchen aus man die tiefsten und zugleich erzreichsten Schichten abbaut, so dass mitunter ganze Thalstrecken unterminirt sind.

2. Goldhaltige Diluvial- und Alluvialschichten sind zwar nicht selten, aber keinesweges überall so reich, dass sie mit Vortheil verwaschen werden können. Im Allgemeinen giebt es wohl wenige Stromthäler, deren Sand ganz frei von Goldkörnern wäre; und so ist auch in vielen Flüssen Teutschlands, wie z. B. in der Isar, im Inn, in der Edder, in der Mosel und im Rheine auf Gold geseift worden; ja, aus dem Rheinsande wird noch gegenwärtig zwischen Kehl und Philippsburg Gold gewaschen, dessen Werth sich jährlich auf 10000 bis 15000 Gulden beläuft. Das Gold findet sich dort besonders in einer mit braunem Sande gemengten Geröllschicht des Thalgrundes, welche dem alten Seeboden des dortigen Bassins angehört, da sie bis auf eine halbe Stunde vom jetzigen Rheinufer verfolgt werden kann*). Bei Löwenberg und Goldberg in Schlesien ist ehemals in dem dasigen Diluvial-Sande und Gerölle ein nicht unbedeutender Bergbau auf Goldsand betrieben worden, und auch in Sachsen waren früher in der Elbe, Elster, Göltsch und Striegis Goldwäschereien im

*) Nach Daubrée ist der Goldgehalt des Rheingerölls etwa gleich dem der Edder, und verhält sich zu jenem Sibiriens wie 1 : 10. Ein Cubikmeter Geröll wiegt 1800 Kilogramm und hält im Mittel 0,0146 Gramm Gold; die goldführende Geröllschicht zwischen Rheinau und Philippsburg, welche 128 Kilometer lang ist, würde also bei einer Breite von nur 4 Kilometer, und einer Mächtigkeit von 5 Meter 35.946 Kilogramm Gold enthalten. Alles Gold aber zwischen Basel und Mannheim lässt sich auf 52.000 Kilogramm veranschlagen. Poggend. Ann. B. 68, 1846, S. 582; und *Description géol. et minéral. du dép. du Bas-Rhin*, 1852, p. 319 f. In diesem vortrefflichen Werke wird der Goldgehalt des Rheinthales ausführlich besprochen

Betriebe, welche jedoch gewöhnlich sehr bald wieder zum Erliegen kamen. In Frankreich ist besonders das Flussgebiet der Arrière durch seinen Goldgehalt bekannt, wie denn dieser Fluss seinen alten Namen Aurigera den Goldkörnern seiner Diluvialschichten zu verdanken hat. In Grossbritannien erlangten unter anderen die Goldwäschen von Wicklow in Irland einige Bedeutung, in welchen einmal ein Goldklumpen von 22 Unzen Gewicht gefunden worden ist.

Für die reicheren und wahrhaft ergiebigen Goldsand-Ablagerungen ist die Anwesenheit von vielem Magneteisenerzsande als ein besonders wichtiges Merkmal erkannt worden. Dafür spricht nach Zerrenner das Vorkommen des Seifengoldes am Ural und Altai, in Ostindien, auf Borneo und Sumatra, in Africa, Spanien, Frankreich, Deutschland, Brasilien, Chile, Peru, in den vereinigten Staaten Nordamerikas und in Californien.

Gross ist der Goldreichthum Africas, zumal an der Küstenterrasse von Monomotapa, an dem Westrande des Hochlandes von Mandingo und in Abyssinien; meist sind es eisenschüssige Sand- und Thonschichten, in denen die Goldkörner vorkommen, die man bis zu 25 und 30 Fuss Tiefe noch sehr reichlich antrifft, wie denn überhaupt die tieferen Schichten einen grösseren Gehalt haben sollen, als die oberen Schichten.

America ist wohl derjenige Erdtheil, dessen Diluvialmassen den grössten Gehalt an Gold verschliessen. Die ergiebigsten Goldwäschereien Südamerikas befinden sich in Brasilien, in der Provinz Minas-Geraes, zumal bei Villa-rica; das Gold kommt in feinen Körnern, kleinen Blättchen und Krystallen, selten in grösseren Körnern und Stücken innerhalb einer, aus rothem Thon, Sand und Geröllen bestehenden, Cascalho genannten Diluvialschicht vor, aus welcher es jedoch häufig in die Alluvialschichten der jetzigen Flüsse gelangt. Besonders reich ist aber die von den Eingeborenen Tapanhoacanga genannte Conglomeratschicht (I, 687), welche eine ausserordentliche Verbreitung und sehr merkwürdige Lagerungsverhältnisse besitzt, indem sie sich wie eine 4 bis 12 Fuss dicke Schale über die Gebirge, Plateaus und Berge fortzieht, daher sie ebenfalls als eine ältere diluviale Bildung von den neueren, in den Bach- und Flussbetten abgelagerten Goldseifenlagern zu unterscheiden ist. Nächst Brasilien sind in Südamerika besonders Chile und Columbien, in Nordamerika aber Mexico, Nord- und Südcarolina, sowie das, durch seinen Goldreichthum jetzt weltberühmte Obercalifornien mit goldhaltigen Diluvial-Ablagerungen gesegnet.

Die erst seit dem Jahre 1847 bekannt gewordene Goldregion Obercaliforniens bildet nach Lyman eine zwischen dem Fusse und dem Kamme der Sierra-Nevada hinlaufende Zone von mehren hundert engl. Meilen Länge und 10 bis 40 Meilen Breite. Wenn man sich von der Küste aus dieser Region nähert, so fallen Einem die unermesslichen Ablagerungen von kleinen Quarzgeröllen auf, welche der Oberfläche der älteren Gesteine aufgesetzt sind; weiterhin werden diese Quarzgeschiebe immer grösser, zum Theil förmliche Quarzblöcke, und jenseits der Goldregion verschwinden sie, so dass sie diese Region wesentlich charakterisiren. Der Kamm der Sierra-Nevada ist Granit, auf welchen weiter abwärts Gneiss und andere Gesteine folgen; in der Goldregion aber bilden metamorphische, nach Meek und Whitney triadische und unterjurassische Schiefer das eigentliche Grundgebirge, worin, sowie zum Theil im Granite die zahlreichen goldführenden Quarzgänge aufsetzen, aus denen auch das Seifengold stammt. Die aus Sand, Thon, Grus und Geröll bestehenden Goldseifenlager bedecken unmittelbar die Oberfläche des Schiefers, in dessen Klüften und Vertiefungen oft besonders viel Gold gefunden wird. Krystallinischer Quarz ist das einzige Mineral, mit welchem das Gold verwachsen vorkommt,

und offenbar muss dasselbe aus Gängen oder Lagern von Quarz abstammen. Gewöhnlich erscheint es in kleinen Körnern oder Blättchen, seltener in grösseren Klumpen, oder derb und in regellosen Trümern mit Quarz verwachsen. Sehr viel Magneteisenerz, Glanzeisenerz, weisse Zirkonkrystalle und etwas Korund sind die Begleiter des Goldes.

Die Goldseifenlager Californiens sind jedoch als ältere und jüngere zu unterscheiden. Die ersteren, welche wie bereits erwähnt, von den nordamerikanischen Geologen als pliocäne Bildungen betrachtet werden, sind in den Provinzen Tuolumne und Calaveras sowie weiter nördlich sehr verbreitet*). Sie bestehen aus mächtigen Schichten von Geröll, Grus, Sand und Thon, tragen aber den Charakter localer, in stürmisch bewegten Gewässern abgesetzter Bildungen, welche nur selten in gleicher Mächtigkeit und Beschaffenheit auf grössere Entfernungen fortsetzen, meist unmittelbar auf den metamorphischen Schiefern, bisweilen auch auf Granit, Syenit oder Grünstein abgelagert sind, und von mächtigen vulcanischen Bildungen bedeckt werden, als deren letzte sich grosse Ströme und Decken von basaltischer, säulenförmig abgesonderter Lava ausbreiten. Alle diese neueren Bildungen wurden in alten Stromthälern abgelagert, liegen aber jetzt grösstentheils hoch über den heutigen Thälern, welche so tief zwischen ihnen eingeschnitten sind, dass ihre Flussbetten 1000 bis 3000 Fuss unter den Basaltplateaus liegen. — In der eigentlichen Goldseifenformation liegen die Gerölle meist nach unten, wo sie oft ein bläuliches, festes, bisweilen mit Pyrit imprägnirtes Conglomerat (das Cement der Bergleute) bilden; darüber folgen Grus, Sand und Thon, in der hier angegebenen oder auch in unbestimmter Folge. Die Thone enthalten oft schöne Abdrücke von Blättern, verschieden von denen der jetzt in Californien wachsenden Bäume, aber ähnlich jenen gewisser Tertiärschichten Europas, auch viele, theils in Braunkohle verwandelte, theils verkieselte Baumstämme. Die Mächtigkeit der ganzen Ablagerung schwankt meist zwischen 60 und 300 Fuss. Das Gold ist zwar fast in allen Schichten vorhanden, jedoch am reichlichsten zwischen den untersten Geröllen und Conglomeraten, sowie in deren Auflagerungsfläche, wo auch die grösseren Körner und Pepiten vorkommen. Burkart, im Neuen Jahrb. für Min. 1870, S. 149—171.

Die jüngeren Goldseifenlager Californiens wurden durch die weitere Zerstörung der Goldgänge sowie durch die theilweise Verschwemmung der älteren Lager gebildet, und finden sich in der Sohle vieler Querthäler auf dem Westabfall der Sierra Nevada. Sie bestehen aus Geröll, Grus und Sand, vielem Magneteisenerz und enthalten das Gold in der Form von Blättchen, Blechen, Körnern und kleinen Pepiten; viele derselben sind bereits ausgeseift und erschöpft.

Nächst Nordamerika ist auch Australien in neuerer Zeit als ein sehr goldreicher Erdtheil erkannt worden. Auch dort stammt das Gold ursprünglich aus Quarzgängen, wie in Californien; aber auch dort wird ein grosser Theil als Waschgold aus Seifenlagern gewonnen, und nach Brough Smyth sind die Goldfelder Australiens weit grösser, als jene von Californien. Das Vorkommen der Seifenlager in alten Flussbetten und Wannen, die theilweise Bedeckung derselben durch Basalt und Lavaströme wiederholt sich auch in der goldreichen Provinz

*) Nach F. v. Hochstetter bildet in der Provinz Nelson auf der Südinsel Neuseeland die westliche Abdachung der Haupiri-Kette ein grosses Goldfeld, welches wesentlich von Conglomeratschichten gebildet wird, die stellenweise bis 20 Fuss mächtig sind, und theilweise von tertiärem Kalkstein bedeckt werden, folglich gleichfalls tertiär sein müssen. Viel reicher sind die weiter südlich in der Provinz Otago bekannten Goldfelder. Geologie von Neuseeland, I, 1864, S. 240 ff.

Victoria. Jedenfalls kommen grössere Goldklumpen häufiger dort vor, als in Californien; besonders die Gegend von Dunolly und Ballarat ist reich daran.

Auch Asien, dessen Goldführung, wenigstens in Indien, schon den Alten bekannt war, hat sich in neueren Zeiten als das Eldorado der alten Welt bewährt, indem seit dem Jahre 1814 zumal auf dem östlichen Abfalle des Ural goldhaltige Diluvialschichten in erstaunlicher Ausdehnung nachgewiesen worden sind. Der goldführende Sand ist mehr oder weniger reich an Magneteisenerz, und ausserdem besonders mit Geschieben von Quarz, Grünstein, Chloritschiefer und Serpentin gemengt; das Gold findet sich meist in Körnern und Blättchen, bisweilen aber auch in grösseren Stücken, wie man denn einmal in der Nähe von Miask einen über 24 und bei Zarevo-Alexandrovsk einen bis 78 Pfund schweren Goldklumpen getroffen hat. Mit dem Golde kommen, ausser dem Magneteisenerze, auch Körner von Chromeisenerz, Granat, Zirkon, Anatas und anderen Mineralien vor.

Das Gold stammt wohl auch hier ursprünglich aus Quarzgängen, wie namentlich die Gegend von Beresovsk, Miask und Neviansk zu beweisen scheint, bei welchen erstgenannten beiden Orten Goldbergbau auf Gängen betrieben worden ist*). Sehr interessant ist das mehrorts nachgewiesene Vorkommen von Mammuthknochen in den Uralischen Goldseifenlagern.

In den Umgebungen des Altai finden sich ebenfalls sehr bedeutende Goldsand-Ablagerungen, welche in den Gouvernements Tomsk und Jenisseisk mehr Gold geliefert haben, als der Ural. Nach E. Hoffmann ist Krasnojarsk gewissermaassen der Ausgangspunct der seit dem Jahre 1836 begonnenen Wascharbeiten. Die bedeutendsten Goldwäschen liegen zwischen dem Jenissei und der Angara, zumal an der grossen Birussa und deren Zuflüssen, sowie in mehren Bachthälern des Flussgebietes der Tunguska und des Pita, auch in den Flussgebieten des Uderei und der Muroschna. Nach Hofmann sind auch der Granit und der Thonschiefer dieser Gegenden oft mit Gold imprägnirt. E. Hofmann, Reise nach den Goldwäschen Ostsibiriens, Petersburg 1847; und G. Rose, Reise nach dem Ural, Altai u. s. w. 1842, S. 435 f.

3. Die Diluvialmassen des Ural sind nicht nur durch ihren Goldgehalt, sondern auch stellenweise durch einen Gehalt an Platin ausgezeichnet. Früher kannte man dieses Metall fast nur aus Südamerika, besonders aus der Provinz Choco in Columbien, wo dasselbe an mehren Orten in einem braunen quarzigen Sande, zugleich mit Körnern von Chromeisenerz, Titaneisenerz und Magneteisenerz vorkommt, und wahrscheinlich aus Gängen der dasigen Syenit- und Grünsteinformation abstammt. Seit dem Jahre 1822 ist jedoch auch im Ural, namentlich bei Goroblagodat, Nischne-Turinsk und Nischne-Tagilsk Platin entdeckt worden, an welchem letzteren Orte es besonders häufig vorkommt.

Dort sind es vorzüglich Grünstein- und Serpentinsteinfragmente, welche das Platin begleiten; auch hat man wirklich in einigen Serpentinstücken Platin noch eingewachsen gefunden, woraus, sowie aus dem häufigen Vorkommen von Chromeisenerz im Platinsande, und aus den nicht seltenen Fällen, da Platin mit Chrom-

*) Aus dem Werke über den Altai, von B. v. Cotta (1871) S. 17 ersieht man, dass der Goldbergbau bei Beresovsk bereits im Jahre 1868 auflässig war. Gleichwie es in Cornwall früher oft bezweifelt wurde, dass das dortige Seifenzinnerz durch die Zerstörung von Zinnerzgängen geliefert worden sei, so wollten auch die Besitzer der Uralischen Goldwäschen anfangs durchaus nicht daran glauben, dass das dortige Waschgold aus zerstörten Goldgängen stamme. Es hat jedoch Sokolof in einer im Gornoi Journal vom Jahre 1826 erschienenen Abhandlung diesen Unglauben mit sehr triftigen Gründen widerlegt.

eisenerz verwachsen ist, die Folgerung gezogen worden ist, dass das meiste Uralische Platin ursprünglich in Serpentin enthalten war, und durch Zerstörung grosser Ablagerungen dieses Gesteins in die Diluvialmassen gelangt ist. Ausser in Columbien und am Ural sind auch in Brasilien, auf Haiti, auf Borneo, in Ava, am Altai und in Nordcarolina mehr oder weniger reiche Ablagerungen von Platin-Alluvionen bekannt, in welchen gewöhnlich Gold und Platin zugleich vorkommen.

4. Da die Diamanten grösstentheils in Seifenlagern, und oft mit Gold und Platin zusammen vorkommen, so mag anhangsweise hier etwas über die diamantführenden Diluvialgebilde Ostindiens, Brasiliens und des Urals gesagt werden *).

Ueber das eigentliche Vorkommen der ostindischen Diamanten sind wir besonders durch Heyne, Voysey, Malcolmson, Newbold und Jacquemont belehrt worden. Sie liegen in einer quarzigen Conglomeratschicht der, am Fusse der Gebirgskette Nalla-Malla verbreiteten Sandsteinbildung; die aus dieser Gebirgskette herabkommenden Flüsse Pennar und Kistna führen die Diamanten der Ebene von Golkonda zu, wo die weltberühmten Diamantseifenwerke liegen, aus denen wahrscheinlich schon die Alten ihre Diamanten erhielten.

In Brasilien wurden die Diamanten erst zu Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckt, aber anfangs nicht einmal erkannt, und blos als kleine glänzende Steine zu Spielmarken benutzt. Als man sie jedoch später für das erkannte, was sie wirklich sind, da entstanden sehr bald bedeutende Diamantseifenwerke, zumal in der Nähe von Tejuco, in der Provinz Minas-Geraes, wo die Diamanten besonders häufig vorkommen. Das Gebirge um Tejuco und im ganzen Diamantendistricte Brasiliens besteht hauptsächlich aus Itakolumit (I, 527. II, 127), der in Talkschiefer, Chloritschiefer und Eisenglimmerschiefer übergeht, und die eigentliche Unterlage der diamantführenden Diluvialbildung ausmacht. Diese Bildung selbst, der sogenannte Cascalho, erscheint als Geröll, Grus und lockeres Conglomerat, welches letztere aus eisenschüssigem Quarzsande mit Geschieben von Quarz, Itakolumit, Brauneisenerz und Jaspis besteht, zwischen denen die Diamanten und ausserdem noch besonders Gold, Topas, Chrysoberyll, Spinell und Korund vorkommen. Die Diamanten sollen um so reichlicher erscheinen, je mehr das Brauneisenerz im Cascalho vorwaltet, und diess, sowie der Umstand, dass man bisweilen Diamanten im Brauneisenerz eingewachsen fand, bestimmte v. Eschwege zu der Ansicht, dass die dem Itabirite (I, 649) untergeordneten Braunerzeisenlager die ursprüngliche Lagerstätte und Bildungsstätte der Diamanten seien. Diese Ansicht ist jedoch später dadurch berichtigt worden, dass man Diamanten im Itakolumite entdeckte, was zu einem förmlichen Bergbau auf Diamanten in diesem Gesteine Veranlassung gab, und den Beweis lieferte, dass in Brasilien der Itakolumit als das eigentliche Muttergestein der Diamanten zu betrachten ist (I, 527). — Die Flüsse und Bäche, welche den Cascalho durchschneiden, insbesondere der Rio-Pardo und Rio Belmonte, führen in ihrem Sande eine Menge Diamanten, und an ihnen liegen die wichtigsten Seifenwerke, aus denen nach und nach eine erstaunliche Ausbeute gewonnen worden ist.

Aus der von v. Eschwege beobachteten gegenseitigen Beziehung zwischen Diamanten und Brauneisenerz, und aus der allgemeinen Aehnlichkeit, welche die goldhaltigen Diluvialbildungen Russlands und Brasiliens zeigen, folgerte Engelhardt, dass auch am Ural an solchen Stellen, wo der Goldsand sehr viel Brauneisenerz führt, Diamanten vorkommen möchten. Diese Vermuthung wurde auch wirklich im Jahre 1829, durch den Fund einiger Diamanten auf dem Seifenwerke Adolphsk

*) Eine sehr lehrreiche und vollständige Schilderung des Vorkommens der Diamanten auf der Erde gab Burkart im Auslande, Jahrgang 1871, Nr. 50, 51 und 52.

bei Krestowosdwischensk unweit Kuschwa, vollkommen gerechtfertigt. Auch sind später an anderen Puncten des Ural Diamanten entdeckt worden; doch ist die Natur dort nicht so freigebig gewesen als in Brasilien; denn aller Bemühungen ungeachtet sind sie bis jetzt nur als Seltenheiten gefunden worden, so dass man bis zum Jahre 1848 überhaupt nur 71 uralische Diamanten aufzuweisen hatte, von denen 63 aus der Gegend von Krestowosdwischensk stammen. Sehr interessant aber ist es, dass auch am Ural in mehren Gegenden, und namentlich bei Kuschwa und Werschneuralsk, also in der Nähe von Diamantfundorten, Itakolumit nachgewiesen worden ist.

Ausser in Ostindien und Brasilien sind noch Borneo, Sumatra, Australien und die transvaalische Republik in Südafrika als diamantreiche Länder zu nennen, während Mexico, Nordcarolina und der Ural nur sparsam mit diesem kostbarsten Edelsteine versehen zu sein scheinen.

## §. 521. *Eigentliche Erzlager; Mineralbestand derselben.*

Unter Erzlagern in der engeren Bedeutung des Wortes versteht man mehr oder weniger scharf begränzte Lager (oder auch Lagerstöcke), welche sich durch ihre mineralische Zusammensetzung überhaupt und durch ihren reichlichen Gehalt an Erzen insbesondere von denen sie einschliessenden Gebirgsschichten unterscheiden.

Während die Gesteinslager und Minerallager gewöhnlich eine sehr einfache Zusammensetzung zeigen, indem sie gänzlich oder doch grösstentheils nur aus einem Gesteine, oder aus einem Minerale bestehen, so lassen sehr viele Erzlager eine ziemlich complicirte Zusammensetzung erkennen, indem sie aus mehren verschiedenen Mineralien bestehen, von denen allerdings einige vorwalten, die übrigen aber theils derb und eingesprengt, theils in Schmitzen und Lagen, in Adern und Trümern oder in Nieren und Nestern innerhalb jener vorherrschenden Mineralien auftreten. Dagegen kommen auch nicht selten andere Erzlager vor, welche sich durch die Einfachheit oder Einerleiheit ihres Materials den Gesteinslagern nähern.

Der Bergmann benennt die Erzlager gewöhnlich nach demjenigen Erze oder Metalle, welches ihnen vorzugsweise einen Werth verleiht, und er unterscheidet sie daher als Bleiglanzlager, Kupferkieslager, Kobaltlager u. s. w.; allein die so benannten Lager bestehen keineswegs immer vorherrschend aus Bleiglanz oder Kupferkies, oder aus Kobalterzen. Es ist nur der mehr oder weniger grosse Gehalt an diesen Erzen, welcher sie zu einem Gegenstande bergmännischer Gewinnung macht, und ihnen daher ein vorzügliches Interesse verleiht, während sie ihrer Quantität nach oftmals einen ziemlich unbedeutenden Theil der ganzen Lagerstätte bilden; *a potiori fit denominatio.*

Auch für die Erzlager gilt, was B. v. Cotta von den Erzlagerstätten überhaupt bemerkt, »dass es sehr schwierig ist, sie nach ihrer materiellen Zusammensetzung in bestimmte Abtheilungen zu bringen; die Zahl und die Art der als Bestandtheile auftretenden Mineralien variirt fast in jedem einzelnen Falle, und es ist oft sogar schwierig zu entscheiden, welche derselben als besonders charakteristisch anzusehen sind. Die praktischen Bergleute pflegen sich dadurch zu helfen, dass sie ihre Lagerstätte nach dem daraus vorzugsweise gewonnenen Metalle

benennen: aber dieses Metall spielt, sobald es werthvoll ist, oft nur eine räumlich ganz untergeordnete Rolle, wie dies bei den meisten Gold- und Silbererz-Lagerstätten der Fall ist. Sehr häufig werden auch zwei oder mehre verschiedene Metalle aus derselben Lagerstätte gewonnen, wo man denn zweifelhaft werden kann, nach welchem derselben man die Benennung wählen soll.« Geologie der Gegenwart, S. 130 f.

Die Begränzung der Erzlager ist bisweilen scharf, indem die Lagermasse nur durch eine Schichtungsfuge vom Hangenden oder Liegenden getrennt wird; häufiger jedoch findet ein Uebergang Statt, entweder in der Weise, dass die Erze das Hangende und Liegende noch auf eine gewisse Distanz hin imprägniren, oder auch in der anderen Art, dass die Lagermasse schmitzenweise mit dem Dach- oder Sohlgesteine abwechselt.

Gleichwie in den erzführenden Gesteinsschichten die fahlbandartigen Imprägnationen meist zonenweise auftreten, so concentriren sie sich auch bisweilen durch ein immer dichteres Zusammendrängen des Erzes zu stetig ausgedehnten und bestimmt contourirten Erzlagern. Ausgezeichnete Beispiele der Art liefern die Magneteisenerzlager im Hornblendgneisse des Staates New-Jersey. Dieser Gneiss bildet eine Zone, welche das Land in der Richtung von Nordost nach Südwest bis an den Delaware-Fluss durchzieht, und sehr häufig von Magneteisenerz imprägnirt wird, welches mehrfach zu soliden Lagern von körnigem bis dichtem Erze concentrirt ist; die Lager sind 6 bis 12 Fuss mächtig, laufen ganz regelmässig viele (engl.) Meilen weit zwischen den Gneissschichten fort, enthalten oft noch Hornblende und Quarz, an ihren Gränzflächen auch viel Glimmer, und zeigen bisweilen eine Anlage zu prismatischer Absonderung; was H. Rogers als einen Beweis ihrer Injection im feuerflüssigen Zustande betrachtete *).

Ein anderes Beispiel der Art gewähren uns die Erzlagerstätten von Bodenmais in Bayern, welche im Gebiete des dortigen Dichroitgneisses auftreten. Dieser Gneiss besitzt nämlich durch eingesprengte Schwefelmetalle, namentlich Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende, auf bedeutende Länge und Tiefe alle Eigenschaften der Fahlbänder. Am Silberberge bei Bodenmais drängen sich diese Schwefelmetalle z. Th. dermaassen zusammen, dass sie mehre massive Erzlager bilden, von denen das Hauptlager bis 11 Lachter mächtige, aus Magnetkies, Eisenkies und Zinkblende bestehende Erzmittel aufzuweisen hat **).

Die mineralische Zusammensetzung der Erzlager und Lagerstöcke ist bisweilen recht einfach, indem ein und dasselbe Erz ganz vorwaltend den Lagerkörper constituirt, wie diess namentlich bei vielen Eisenerzlagern der Fall ist.

---

*) Henry Rogers, *Report on the geol. survey of the State of New-Jersey*, Philadelphia 1836, p. 180 ff. und *American Journ. of science etc. vol.* 41, 1841, p. 170. Im zweiten Bande S. 96 wurde diese Hypothese bereits besprochen.

**) Gümbel, Geognostische Beschreibung des Königr. Bayern, II, 1868, S. 553. Es erinnert diess an die von Websky beschriebenen Vorkommnisse des Dichroitgneisses in der Gegend von Kupferberg und Schreiberhau in Schlesien, wo gleichfalls eine Imprägnation mit Kiesen Statt findet, welche am letzteren Orte stellenweise so reichlich ist, dass sie zur bergmännischen Gewinnung Veranlassung gab. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 382.

Wir erinnern an die Siderit- oder Eisenspathstöcke in Steiermark und Kärnten, an die Pelosideritlager der Steinkohlenformation, an die Rotheisensteinlager Nassau's und Westphalens, an die oolithischen Eisenerzlager in der silurischen Formation Böhmens und der braunen Juraformation, an die ähnlichen Eisenerzlager der eocänen Formation des Grünten und Kressenberges, an die äusserst mächtigen Rotheisenerzlager der oberen Halbinsel von Michigan, welche von H. Credner beschrieben wurden, und zum Theil durch Umwandlung aus Magneteisenerz entstanden sind. Vergl. Credner, in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 21, S. 526 ff.

In anderen Lagern oder Stöcken sind es einige wenige Erze, welche sehr vorwalten, während andere Erze mehr sporadisch innerhalb derselben vertheilt sind. Diess ist z. B. der Fall mit vielen Kieslagern, welche gewöhnlich aus einem innigen Gemenge von Pyrit, Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz bestehen, und zuweilen eine so bedeutende Mächtigkeit erlangen, dass sie schon mehr als Lagerstöcke erscheinen. Hierher gehört unter anderen der berühmte Kiesstock des Rammelsberges bei Goslar, sowie jener auf der Insel Anglesea bei Nordwales; auch der Kiesstock von Agordo in den venetianer Alpen, das Kieslager von Röraas in Norwegen, und viele andere lassen sich hier mit aufführen.

Die Erzlagerstätte des Rammelsberges war lange so räthselhaft, dass Freiesleben am Ende des vorigen Jahrhunderts die Bemerkung aussprach, es gäbe über sie fast eben so viele Hypothesen als Beschreibungen*); doch wurde sie meist entweder für einen Gang, oder für ein Lager gehalten. Im Jahre 1793 sprach v. Böhmer wohl eine ganz richtige Ansicht aus, wenn er sagte: »das Ganze ist ein sonderbares und in seiner Art vielleicht einziges, aber dennoch wahres und unverkennbares Erzlager«; damit stimmen fast alle neuere Beobachter überein, obwohl sie es wegen seiner bedeutenden Mächtigkeit mehr für einen Lagerstock erklären, welcher nach B. v. Cotta eigentlich aus einem Aggregate grosser, unregelmässig gestalteter Linsen besteht, die durch schmale Schieferschichten von einander getrennt werden**). Bei einer bekannten Längenausdehnung von 1800 Fuss, und einer grössten Mächtigkeit von 350 Fuss besteht dieser Erzstock hauptsächlich aus einem feinkörnigen Gemenge von Eisenkies und Kupferkies, nebst Zinkblende und Bleiglanz, welcher letztere besonders im liegenden (dem ursprünglich hangenden) Theile der Lagerstätte reichlicher vorzukommen pflegt.

Eine sonderbare und in ihrer Art vielleicht einzige Lagerstätte ist aber dieser Erzstock allerdings, weil an ihm ein paar merkwürdige und nicht gerade häufige Erscheinungen zu beobachten sind, wie der auf der nächsten Seite stehende Holzschnitt zeigt.

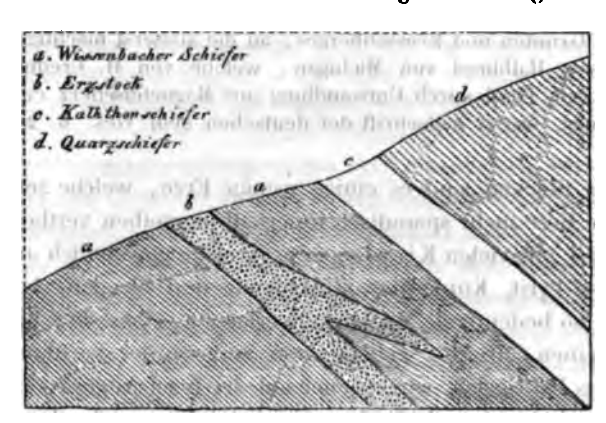
Die eine Erscheinung besteht nämlich darin, dass der Erzstock sich theilt, indem er einen mächtigen Keil in den Schiefer aussendet, welchem er eingelagert ist. Als die zweite merkwürdige Erscheinung, welche den Stock zugleich mit

---

*) Bemerkungen über den Harz, II, 1795, S. 88 ff., wo die verschiedenen Hypothesen ausführlich besprochen werden.

**) Berg- und hüttenmännische Zeitung, 1864, S. 369, und daraus im Neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1865, S. 241.

dem ganzen Schichtensysteme des Rammelsberges betrifft, ist die totale Ueberkippung dieses Schichtensystemes zu betrachten, durch welche die Aufeinanderfolge der Schichten von unten nach oben geradezu umgekehrt, und das Unterste zu oberst gestellt worden ist. Denn ursprünglich lag der Quarzschiefer oder Spiriferen-Sandstein zu unterst, darauf folgte der Kalkthonschiefer oder Calceolaschiefer, und zuletzt der Wissenbacher Schiefer, ein ächter Thonschiefer, welcher den Erzstock beherbergt. Durch gewaltige Bewegungen ist aber dieser ganze Schichtencomplex in seine gegenwärtige Lage versetzt worden, weshalb denn für den Erzstock das ursprünglich Hangende als Liegendes erscheint, und umgekehrt; bei diesen Bewegungen mögen wohl auch die vielen Rutschflächen in der compacten Kiesmasse entstanden sein.




Die berühmte Erzlagerstätte des Paris-mountain auf der Insel Anglesea, eine der reichsten, welche jemals auf Kupfer bebaut wurde, scheint nach den Mittheilungen von Hawkins manche Aehnlichkeit mit dem Rammelsberger Erzstocke gehabt zu haben. Wie dieser gehörte sie zu den Lagerstöcken, weil sie nach Streichen und Fallen mit den sie einschliessenden Schichten conform war; sie bestand vorwaltend aus Kupferkies und Eisenkies, war an einer Stelle 240 Fuss mächtig, verschmälerte sich aber nach beiden Seiten und in der Tiefe; auch gabelte sie sich, jedoch nicht, wie der Rammelsberger Stock in der Richtung des Fallens, sondern in der Richtung des Streichens *).

Der Erzstock von Agordo im Imperinathale besteht gleichfalls hauptsächlich aus feinkörnigem Eisenkies, aus Kupferkies, Bleiglanz und Blende, erlangt, bei einer Längenerstreckung von 600 Fuss, eine Mächtigkeit bis zu 240 Fuss, und wird ungeachtet seiner sehr unregelmässigen Form von graphitischem Thonglimmerschiefer gleichförmig umlagert, jedoch durch eine weisse Talkschieferhülle von ihm getrennt; derselbe Talkschiefer durchflechtet nach verschiedenen Richtungen den Kiesstock, welcher in seinem Innern von vielen und höchst ausgezeichneten Spiegelflächen durchzogen wird **).

Eine ähnliche mineralische Zusammensetzung zeigen viele andere Kieslager,

---

*) Hawkins, in *Transact. of the geol. soc. of Cornwall, vol. III*, p. 284 f. Etwas verschieden klingt die Beschreibung, welche Fournet in Burat *Traité de géognosie, t. III*, p. 565 von dieser Lagerstätte giebt.

**) W. Fuchs, Beitrag zur Lehre von den Erzlagerstätten, 1846, S. 14 ff. Dagegen sagte Klipstein in seinen Beiträgen zur geol. Kenntniss der östlichen Alpen 1843, S. 92: im Transitionsgebirge von Agordo werden »die bekannten Kupfererzgänge« bebaut, welche zuweilen 5 Fuss und darüber mächtig sind.

wie z. B. jene von Garpenberg und Nya-Kopperberg in Schweden, das von Röraas in Norwegen, welches aus lauter an einander gereihten lenticularen Massen besteht, sowie selbst der colossale, aber sehr unregelmässig gestaltete Erzstock von Fahlun in Schweden, und jener von Rio-Tinto in Spanien. Ueberall bildet ein Gemeng von Eisenkies und Kupferkies nebst Quarz, zuweilen auch mit Magnetkies, etwas Zinkblende und Bleiglanz das vorherrschende Material. Es ist bemerkenswerth, dass gewisse sehr häufig vorkommende Erzgänge dieselbe Combination von Erzen beherbergen.

Manche Erzlager haben eine sehr complicirte Zusammensetzung, indem sie ausser den Erzen noch vielerlei andere Mineralien enthalten; dahin gehören viele Magneteisenerzlager, wie z. B. diejenigen von Arendal in Norwegen und von Dannemora in Schweden, über welche im zweiten Bande S. 93 ff. das Wichtigste mitgetheilt wurde, sowie diejenigen von Schmiedeberg in Schlesien, welche Wedding beschrieb *). Indessen dürften manche dieser Lager als eruptive Bildungen zu betrachten sein, weshalb sie anhangsweise nach den Erzgängen nochmals besprochen werden sollen.

Zu den merkwürdigsten, aber sehr unregelmässigen Erzlagerstätten gehören auch die sogenannten Galmeilager, welche sowohl Galmei als auch Smithsonit oder Zinkspath, also kieselsaures und kohlensaures Zinkoxyd enthalten, gewöhnlich von Bleiglanz und Brauneisenerz begleitet werden, aber so unzweifelhaft als secundäre, in das betreffende Gebirge eingedrungene Quellenbildungen charakterisirt sind, dass ihre Beschreibung gleichfalls die Betrachtung der Erzgänge voraussetzt.

Wie nun aber auch der Mineralbestand der Erzlager beschaffen sein mag, so giebt sich doch für sie, ebenso wie für die Erzgänge, eine allgemeine Verschiedenheit desselben in dem Unterschiede der primären und der secundären Mineralien zu erkennen, welche die beiderlei Lagerstätten beherbergen. Gewisse Mineralien gelangten nämlich ursprünglich, bei der ersten Bildung eines Lagers (oder Ganges) als dessen Bestandtheile zur Ausbildung, während andere Mineralien erst später, in der bereits fertigen Lagerstätte, aus der theilweisen Zersetzung und Umbildung jener primären Mineralien, als secundäre Producte hervorgegangen sind.

Diess hat in den meisten Fällen seinen Grund darin, dass die Gewässer und Atmosphärilien, welche auf allen Fugen und Klüften mehr oder weniger tief in den Lagerkörper eindringen, im Laufe der Zeiten zersetzend und oxydirend, zerstörend und umbildend auf die ursprünglich vorhandenen Mineralien und Erze eingewirkt haben. Diese Einwirkung lässt sich nicht selten bis auf eine bedeutende Tiefe verfolgen, unterhalb welcher erst derjenige Zustand des Lagers erreicht wird, welchen man als den ursprünglichen zu betrachten gewohnt und berechtigt ist. Und so kommt es denn, dass ein und dasselbe Erzlager an seinem Ausstriche und in seinen oberen, der Erdoberfläche näher gelegenen Regionen zum Theil ganz andere Mineralspecies enthält, als in seinen tieferen Regionen.

Daher finden sich in den höheren Regionen derselben Lager, welche in der

*) In Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 11, S. 405 ff.

Tiefe vielleicht hauptsächlich Schwefelmetalle enthalten, mancherlei theils wasserhaltige, theils wasserfreie Metallsalze und Metalloxyde, auch wohl andere Mineralien als Zersetzungs- und Umbildungs-Producte dessen, was tiefer abwärts noch unverändert erhalten ist. Wir kommen auf diese Verhältnisse im nächsten Paragraphen nochmals zu sprechen.

### §. 522. *Structur der Lager, und verschiedenes Verhalten in der Tiefe.*

Die Lager überhaupt und also auch die Erzlager besitzen gewöhnlich eine ziemlich einfache Structur, und diess um so mehr, je einfacher und homogener ihr Mineralbestand ist. In diesem Falle lassen sie häufig eine regelmässige Abtheilung in mehre Lagen oder Bänke, also eine innere Schichtung erkennen, welche mit der Schichtung des Nebengesteins concordant ist, und theils durch blose Fugen, theils durch schmale Zwischenlagen eines von der Lagermasse verschiedenen Gesteins bezeichnet wird. Bei einigermaassen mächtigen Lagern ist eine solche Schichtung gewöhnlich vorhanden, und so giebt sie sich fast in jedem Kalksteinlager und Steinkohlenflötze, aber auch in vielen Erzlagern zu erkennen.

Wenn die Lager aus verschiedenen Mineralien und Erzen bestehen, da sind diese wohl zuweilen in verschiedenen Lagen und Schichten vertheilt. Doch findet eine solche lagenweise Trennung der verschiedenen Materialien nicht symmetrisch von beiden Gränzflächen nach der Mitte zu, also nicht in der Weise Statt, dass beiderseits von der hangenden und liegenden Gränzfläche weg dieselben Mineralien in derselben Aufeinanderfolge vorkämen. Dieser Mangel an Symmetrie ist fast als ein wesentliches Kriterium der Lagerstructur zu betrachten, und wo sich eine solche Symmetrie findet, wie z. B. bei den sogenannten Lagern von Zinnwald, da ist wohl immer eine gangartige Bildung angezeigt.

Andere mehrfach und vielfach zusammengesetzte Lager oder Lagerstöcke zeigen eine massige Structur, das heisst eine ganz ungeordnete Verbindung der verschiedenen Mineralien und Erze, welche entweder regellos durcheinander gemengt und gewachsen, oder auch in der Weise mit einander verbunden sind, dass kleinere und grössere, aus bestimmten Erzcombinationen bestehende Nieren oder Linsen neben und über einander gepackt sind, und von schieferigen Gesteinsschalen umwickelt werden, während das Ganze oftmals durch eine ähnliche Umhüllung, gleichsam wie durch eine gemeinschaftliche äussere Emballage von dem Nebengesteine oder Aussengesteine getrennt wird. Diese letztere Structur zeigen besonders gewisse sehr grosse und ungestaltete Erzstöcke Schwedens, bei denen es zum Theil zweifelhaft erscheint, ob man sie als lagerartige, oder als gangartige Gebirgsglieder deuten soll.

Manche Gesteins- und Erzlager sind durch eine breccienartige Structur ausgezeichnet, indem sie stellenweise eine Zertrümmerung erlitten haben, worauf dann die einzelnen Bruchstücke durch irgend ein, meist krystallinisches Mineral, z. B. Quarz oder Kalkspath u. s. w. mit einander verkittet worden sind.

Die Lager überhaupt und so auch die Erzlager zeigen nur selten besonders

auffallende Erscheinungen der Absonderung; am häufigsten kommen wohl die unregelmässig polyedrische und die tesserale oder parallelepipedische Absonderung vor. Diese letztere findet sich häufig bei den Steinkohlenlagern.

Auch manche Magneteisenerzlager Scandinaviens zeigen eine durchgreifende schiefwinkelig parallelepipedische Absonderung, deren Regelmässigkeit Hausmann zu der seltsamen Ansicht veranlasste, dass sie durch die oktaëdrische Spaltbarkeit des Magneteisenerzes bedingt werde *). Dass mehre Magneteisenerzlager im Staate New-Jersey eine prismatische Absonderung besitzen, diess wurde bereits oben (S. 486) gelegentlich bemerkt. An manchen Rotheisenerz- und Brauneisenerzlagern ist auch eine concentrisch schalige Absonderung beobachtet worden.

Die parallelepipedische Absonderung kann bei manchen Lagern und Flötzen sogar einen Einfluss auf die Gewinnungsarbeiten ausüben; so z. B. bei den Steinkohlenflötzen, in welchen die Absonderungsklüfte oft innerhalb grosser Distanzen einen auffallenden Parallelismus beobachten. Vergl. Band II, S. 474. Man hat dann die Lage der Stösse in den Abbaustrecken möglichst so zu wählen, dass sie dem einen dieser Kluftsysteme parallel werden, um die Gewinnung der Kohle zu erleichtern und einen grösseren Procentfall an Stückkohle herbeizuführen.

Drusen kommen wohl im Allgemeinen auf Lagern seltener vor als auf Gängen **), dennoch aber werden sie weder in den Gesteinslagern, noch in den Erzlagern gänzlich vermisst. So zeigen besonders die im Gneisse, Glimmerschiefer und Thonschiefer enthaltenen Kalksteinlager nicht selten sehr schöne Drusen von Kalkspath oder Braunspath, wie diess z. B. in Sachsen von den Lagern bei Tharand, Maxen, Draisdorf und Nieder-Rabenstein bekannt ist. Aber auch die Erzlager lassen oftmals auf Klüften oder sonstigen Cavitäten die in ihnen enthaltenen Mineralien vollkommen krystallisirt hervortreten, so dass sich mitten in der Lagermasse grössere oder kleinere Drusen vorfinden. In den Kieslagern scheint diess am wenigsten der Fall zu sein; der Kiesstock des Rammelsberges zeigt nur seltene Drusen, und in dem ganzen Kiesstocke von Agordo hat Fuchs nur eine einzige Druse gesehen.

Mit der Absonderung oder inneren Zerklüftung der Erzlager sind auch bisweilen ausgezeichnete Rutschflächen oder Spiegel verbunden. So wurde die bereits im zweiten Bande S. 740 nach Kapp erwähnte Thatsache, dass die bleiglanzhaltigen Sandsteinschichten bei Commern mitunter schöne Spiegel enthalten, durch v. Carnall bestätigt, und als eine auffallende Erscheinung hervorgehoben, weil das Gestein oft nur eine geringe Festigkeit zeigt, und weil die Politur bei einer blos kurzen Fortbewegung des einen Stückes gegen das andere erfolgt sein musste ***). Dass die Kiesmasse des Erzstockes im Ram-

---

*) Vergl. Band II, S. 485. Diese unbegreifliche Zurückführung der Absonderungsformen auf die Spaltungsformen der die Gesteine bildenden Mineralien ist sogar noch in neuester Zeit von E. Dufour versucht worden, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 26, 1870, p. 745.

**) Grimm, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, S. 48.

***) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Band 5, S. 244.

melsberge nicht blos bisweilen spiegelig vorkommt, wie ältere Beobacht sagten, sondern dass sie sogar häufige Harnische zeigt, berichtete B. v. Cott

In dem Kiesstocke von Agordo kommt nach W. Fuchs die Spiegelbildu auf eine eben so vollkommene als unerklärliche Weise vor *). Die einzeln Spiegelflächen sind nicht selten mehre Quadratklafter gross, und zum Theil schön polirt, dass sie (wenn sie nicht gekrümmt sind, was oft der Fall ist) d Bild des Beschauenden mit voller Deutlichkeit und Treue wiedergeben; ab nur dort, wo die Masse des Eisenkieses dicht oder feinkörnig ist, erscheinen d Spiegel in besonderer Schönheit. Gewöhnlich kreuzen sich mehre Spiegel a solche Weise, dass theils ebenflächige, theils krummflächige, allseitig von Spi geln begränzte Körper entstehen. Uebrigens verlieren sich die Spiegel spurl im Kiese, und erscheinen auch nur am Eisenkiese. Aus allen diesen Tha sachen zieht Fuchs die Folgerung, dass sie mit der Erzmasse zugleich en standen, und nicht durch Rutschung oder irgend eine gleitende Bewegu gebildet worden sind.

Dagegen bemerkte J. Bauer, dass diese Spiegel von deutlichen Verwerfung hervorgebracht wurden; nach B. v. Cotta, Lehre von den Erzlagerstätten, I S. 335. Dafür spricht wohl auch, was Fuchs selbst berichtet, dass sich zwisch Spiegel und Gegenspiegel fast immer ein feines Kiespulver finde, welch namentlich die Furchen und Vertiefungen ausfüllt und bedeckt. Dennoch hat die merkwürdige Spiegelbildung manches Räthselhafte. Sie erinnert einigermaassen die spiegelnden Absonderungsflächen des sogenannten rothen Glaskopfes und d weissen Roheisens.

Ein verschiedenes Verhalten der Lager und liegenden Stöcke in verschie denen Tiefen giebt sich theils in ihrer Mächtigkeit, theils in ihrer mate riellen Beschaffenheit zu erkennen.

Bei den liegenden Stöcken wird das Verhalten der Mächtigkeit dav abhängen, an welcher Stelle sie von der Erdoberfläche durchschnitten werde Sobald ein liegender Stock eine lenticulare oder flach ellipsoidische Form un eine geneigte Lage hat, wird die ganz zufällige Lage der Gebirgsoberfläche bestimmen, ob er von seinem Ausstriche nach der Tiefe zu mächtiger od schmäler wird. Das Erstere wird Statt finden, wenn ihn die Gebirgsoberfläc in der oberen, das Zweite, wenn sie ihn in der unteren Hälfte durc schneidet, worüber gewöhnlich die Schichtenstellung in der Umgebung d Ausstriches hinreichenden Aufschluss geben wird, weil sich die Schichten d Nebengesteins den Contouren der liegenden Stöcke anzuschmiegen pflegen.

Die eigentlichen Lager und Flötze, welche im grösseren Theile ihr Verbreitungsgebietes eine mehr gleichmässige Mächtigkeit besitzen, werden au gewöhnlich vom Ausstriche nach der Tiefe keine auffallende Vermächtigu zeigen. Wohl aber wird diess dann der Fall sein, wenn der Ausstrich d ursprüngliche Bildungsrand des Flötzes ist, oder doch diesem sehr nahe lie weil die Flötze sehr häufig eine Zunahme der Mächtigkeit von ihrem Bildung

*) Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, S. 45 ff.

rande aus einwärts in ihr Verbreitungsgebiet erkennen lassen *). Es wird daher auch bei den Lagern und Flötzen die zufällige Lage der Ausstriche das Verhalten der Mächtigkeit in der Tiefe bestimmen, und es kann uns nicht wundern, wenn bei sonst gleichartigen Flötzen die Angaben über dieses Verhalten aus verschiedenen Gegenden sehr verschieden lauten.

Die materielle Beschaffenheit der Lager und liegenden Stöcke in verschiedenen Tiefen lässt gewöhnlich mancherlei Verschiedenheiten erkennen, welche sich zum Theil daraus erklären, dass sie nahe an ihren Ausstrichen durch lange Zeiten allen denen theils mechanischen, theils chemischen Einwirkungen der Atmosphärilien und Gewässer ausgesetzt waren, welche einen verunreinigenden, zersetzenden und zerstörenden Einfluss auf die dort blosgelegten Massen ausüben mussten. Je näher an der Erdoberfläche, desto auffallender werden sich diese Veränderungen zu erkennen geben, welche über Tage gewöhnlich als das Werk der Verwitterung betrachtet werden, und gerade dort eine oft sehr auffallende Auflockerung und Zerrüttung der Lagermasse verursacht haben. Diese Veränderungen werden freilich in den meisten Fällen nachtheilig gewirkt, und somit eine Verschlechterung der Lager an ihrem Ausstriche hervorgebracht haben, weshalb denn gewöhnlich in der Tiefe eine materielle Veredelung zu erwarten ist.

Diess ist namentlich der Fall bei den Steinkohlen- und Braunkohlen-Lagern, deren Kohle nahe am Ausstriche einen grossen Theil ihres Bitumens und ihrer Consistenz verloren hat, und zu einer rusigen, mulmigen Masse zerrüttet ist, welche noch überdiess durch die Infiltration von erdigen Theilen mehr oder weniger verunreinigt wurde **). Eben so sind die Erzlager an ihren Ausstrichen gewöhnlich mehr oder weniger zerrüttet und oft ärmer an Erzgehalt, weil die seit langer Zeit einwirkenden Zersetzungen und Auslaugungen gerade die metallischen Mineralien am meisten zu betreffen pflegen. In einigen Fällen jedoch haben diese Ursachen einen in technischer Hinsicht günstigen Erfolg gehabt, wie z. B. bei den Eisenspathlagern, welche von Tage herein oft bis auf bedeutende Tiefe in Brauneisenerz verwandelt wurden, wobei zugleich die in ihnen einbrechenden und bei der Verschmelzung nachtheilig wirkenden Kiese der Zerstörung unterlagen. Eben so ist in denjenigen Gesteinsschichten und Erzlagern, welche goldhaltigen Eisenkies führen, durch Zersetzung oder Umbildung des Kieses das Gold gediegen ausgeschieden und leibhaftig dargestellt worden.

Im Allgemeinen bestätigt sich aber die zu Ende von §. 521 ausgesprochene Bemerkung, dass in den oberen Regionen der Erzlager und Erzstöcke oftmals ganz andere Mineralspecies und Erze vorkommen, als in den tieferen Regionen derselben, was grossentheils auf den dort besprochenen Unterschied der primären und secundären Mineralien hinausläuft; diese letzteren erscheinen nicht selten in ausgezeichneten Pseudomorphosen oder Krystalloiden. Wie die Eisen-

---

*) In vielen Territorien der Steinkohlenformation vermächtigen sich die Kohlenflötze von ihrem Bildungsrande aus nach der Tiefe, wofür z. B. in Sachsen das Lugauer und das Döhlener Revier sehr auffallende Beweise geliefert haben.

**) Nach Virlet ist die durch die Einwirkung der Atmosphärilien verursachte Alteration der Steinkohlenflötze zuweilen bis zu 200 und 300 Fuss Tiefe bemerkbar. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t. III*, p. 152.

spathlager von ihren Ausstrichen herein oftmals weit abwärts zu Brauneisenerz umgebildet worden sind, so hat sich dieselbe Umwandlung bei manchen Eisenkieslagern ereignet; und in beiden Fällen finden wir dann oft schöne Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach dem ursprünglich vorhanden gewesenen Minerale. Eben so sind Magneteisenerzlager in Rotheisenerz umgewandelt worden, ohne dass die vorhandenen Krystalle ihre Form eingebüsst haben; so entstanden die sogenannten Martitlager, wofür uns Wedding von Schmiedeberg in Schlesien, und H. Credner von Negaunee auf der oberen Halbinsel des Staates Michigan lehrreiche Beispiele kennen gelehrt haben *). Auf ähnliche Weise haben sich in oberen Teufen auf Bleiglanzlagern Anglesit, Cerussit und andere Bleisalze, auf Kupferkieslagern Malachit, Azurit und andere secundäre Mineralien gebildet.

Ein merkwürdiges Beispiel von verschiedenem Erzgehalte in verschiedenen Tiefen beschrieb H. Credner aus Virginia. Dort finden sich in den alten Schiefern ganz regelmässige, durch ebene Flächen scharf begränzte, 5 bis 20 Fuss mächtige, massive aus Eisenkies und Kupferkies bestehende Lager, welche bis auf 30 Fuss Tiefe in dichtes Brauneisenerz verwandelt sind, von dort aus 60 bis 80 Fuss weit nur Eisenkies enthalten, welchem weiter abwärts Kupferkies eingesprengt ist, der allmälig immer mehr überhand nimmt und endlich allein auftritt; eines dieser Lager wird bei Victoria Furnace in meilenlangen Tagebauen gewonnen **).

## §. 523. *Störungen der Lager.*

Die sehr weit ausgedehnten und regelmässig gebetteten Lager werden natürlich wie in ihrer Lage, so auch in ihrer Form überall denselben Störungen unterworfen sein, welche das sie einschliessende Schichtensystem betroffen haben. Wo also dieses Schichtensystem steil aufgerichtet oder übergekippt, wo es zu Satteln und Mulden gefaltet oder in Zickzackformen gestaucht und geknickt worden ist, da werden die eingeschlossenen Lager genau dieselben Umstellungen und Umgestaltungen erlitten haben, wie alle übrigen Schichten. Alles was im ersten Bande S. 883 bis 889 über die mancherlei Modalitäten des Schichtenbaues gesagt worden ist, findet daher auch seine theilweise Anwendung auf die Lager überhaupt und die Erzlager insbesondere.

Bei solchen Verhältnissen können die Lager längs der Muldenlinien oder Sattellinien scharfe Falten, Rupturen und Brüche zeigen, während sie vielleicht in den Flügeln der Mulden und Sattel sehr eben und regelmässig ausgedehnt sind. Bisweilen ist aber auch der Flügel einer grösseren Mulde oder eines grösseren Sattels durch mehre partielle Faltungen in viele kleinere sattelförmige Erhöhungen und muldenartige Vertiefungen abgesondert, so dass sich gewissermaassen eine Falte an die andere anschliesst, und das Ganze im Profile eine zickzackförmig gebrochene

*) Wedding, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 11, S. 411, und H. Credner, ebendaselbst, B. 21, S. 541—546; das Vorkommen in Michigan wurde bereits von Koch erwähnt in derselben Zeitschr. B. 3, S. 356.

**) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 18, S. 83.

Linie darstellt. Die weit ausgedehnten Steinkohlenflötze Belgiens und Rheinpreussens lassen alle diese Erscheinungen mehr oder weniger beobachten*); an der Stelle der erwähnten scharfen Falten und Brüche pflegt die Kohle zerdrückt, zermalmt, in ihrer Structur ganz zerrüttet, und auch sehr verunreinigt zu sein, weil sie den gewaltsamen Biegungen und Quetschungen nicht widerstehen konnte, und auch Theile der angrenzenden Schieferthone zwischen sie eingepresst wurden.

Zu den übrigen Störungen der Lager und Flötze gehören noch die Stürzungen, ganz besonders aber die Durchsetzungen und die Verwerfungen.

Die Stürzungen, welche in der Gegend von Camsdorf am Kupferschieferflötze sehr ausgezeichnet vorkommen, bisweilen auch an Steinkohlenflötzen beobachtet worden sind, bestehen in einem treppenförmigen Niedersetzen des Flötzes an einem steilen Abhange seines Sohlgesteins, über welchen es sich in stetiger Ausdehnung herabzieht. Sie scheinen sich bald nach der Ablagerung und noch vor der gänzlichen Festwerdung des Flötzmaterials ausgebildet zu haben, und setzen wohl eine Verwerfung des Sohlgesteines voraus.

Die Durchsetzungen sind eine mit den Verwerfungen sehr nahe verwandte Erscheinung; sie bilden gewissermaassen nur den ersten Act einer Verwerfung, und bestehen darin, dass eine Spalte, eine Kluft, oder auch ein gangartiges Gebirgsglied das Flötz durchschneidet, und somit die Stetigkeit seiner Ausdehnung unterbricht. In der Steinkohlenformation, wo überhaupt die Störungen aller Art am häufigsten vorkommen, und auch am meisten studirt worden sind, da werden die Durchsetzungen gewöhnlich durch gangartige Gebirgsglieder hervorgebracht, welche aus zerrüttetem Sandstein, aus Schieferthon, Thonstein oder Letten bestehen, und Rücken, Kämme oder Wechsel genannt werden; sie erlangen bisweilen eine bedeutende Mächtigkeit, durchsetzen nicht nur die Kohlenflötze, sondern auch das Hangende und Liegende derselben, und verunreinigen und zerrütten die Kohle bisweilen weit hinein.

Wo sie daher häufig vorkommen, da sind sie eine sehr unwillkommene Erscheinung. Bereits im zweiten Bande, S. 514 wurde bemerkt, dass sie bisweilen förmliche Gangnetze bilden, und dass namentlich das Potschappeler Revier des Döhlener Steinkohlenbassins unweit Dresden sehr auffallende Beispiele darbietet. Ganz regellose Durchsetzungen wurden bisweilen durch eruptive Gesteine hervorgebracht; so dringt bei Waldenburg in Schlesien der Porphyr mit sehr unregelmässig gestalteten Apophysen in eines der dortigen Steinkohlenflötze, und bei Rodnau in Siebenbürgen der Grünsteintrachyt aus dem Glimmerschiefer in das dortige Erz- und Kalksteinlager. Man vergleiche die Bilder, welche Grimm in seinem Werke, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien S. 34 und 68 mittheilt.

Die Rücken und Kämme verursachen nun aber in den meisten Fällen nicht nur eine Durchsetzung der Lager, sondern auch eine Verwerfung oder einen Sprung, indem der auf der einen Seite des Rückens befindliche Lagertheil aus seinem ursprünglichen Niveau mehr oder weniger verrückt worden ist. Da jedoch auch blose Klüfte oder Spalten eine Verwerfung bilden können, während es anderseits viele Rücken giebt, welche nur eine Durchsetzung, aber keine

---

*) Vergl. den zweiten Band, S. 495 bis 498.

Verwerfung hervorbrachten, so darf man die Begriffe Rücken und Sprung nicht verwechseln.

Unter einer Verwerfung oder einem Sprunge versteht man also die längs einer Spalte oder Kluft bewirkte Trennung und Verschiebung des einen Lagertheils gegen den anderen. Indem wir über mancherlei bei den Verwerfungen der Lager oder Flötze zu beachtende Verhältnisse auf Dasjenige verweisen, was bereits im ersten Bande S. 925 ff. und, hinsichtlich der Kohlenflötze, insbesondere, im zweiten Bande S. 508 ff. gesagt worden ist, so haben wir doch an gegenwärtigem Orte noch Manches nachzuholen, was dort entweder gar nicht besprochen oder nur ganz kurz berührt werden konnte.

Die Ursache der Verwerfungen ist wohl theils in der Schwerkraft, theils in plutonischen Bewegungen der äusseren Erdkruste zu suchen; die erstere konnte nur Senkungen bewirken, während die letzteren sowohl Senkungen als auch Hebungen hervorbrachten. Die Spalten oder Klüfte, längs welcher Verwerfungen vollzogen wurden, können fast ganz geschlossen erscheinen, wenn in ihnen kein gangartiges Gebirgsglied zur Ausbildung gelangte; oder sie wurden von mehr oder weniger mächtigen derartigen Gebirgsgliedern ausgefüllt, als welche z. B. die vorerwähnten Rücken und Kämme, oder auch Mineral- und Erzgänge, sehr häufig aber Gänge verschiedener eruptiver Gesteinsarten zu beobachten sind.

Die Wirkungen der Verwerfungen geben sich oftmals zunächst in einer Störung der Structur des Nebengesteins zu erkennen. Wenn die Verwerfungsspalte auch wie geschlossen erscheint, so sind doch die an ihr unmittelbar anliegenden Gesteinstheile gar häufig mehr oder weniger gestaucht und zermalmt, gewaltsam in einander gewürgt und gequetscht, und mit Rutschflächen versehen, deren Frictionsstreifen die Richtung der Statt gefundenen Bewegung erkennen lassen. Auch giebt sich nicht selten neben der Verwerfungskluft eine Biegung der unmittelbar angränzenden Schichtentheile zu erkennen, welche bisweilen abwärts an der einen, und aufwärts an der anderen Seite gewendet ist, so dass sie im Profile langgestreckte S-förmige Figuren bildet*).

In den Territorien der Steinkohlenformation ist neben den Rücken- oder Sprungklüften eine Biegung der Schichten gar nicht selten zu beobachten, welche bisweilen schon in der Entfernung von mehren Lachtern beginnt, und den Widerstand erkennen lässt, den die Schichten der Zerreissung und Auseinanderziehung entgegensetzten; wo daher Kohlenflötze von ihr betroffen wurden, da sieht man oft, wie sich die Kohle im zermalmten Zustande auf dem Rücken oder der Sprungkluft in bogenförmigen Streifen mehr oder weniger weit herabzieht. — So zog sich z. B. auf der Königin Louise Grube bei Zabrze in Oberschlesien die Kohle des 2 Lachter mächtigen Heinitzflötzes in die Kluft eines 7 Lachter hohen Sprunges in ansehnlicher Mächtigkeit hinein, wodurch eine Art von Verbindung zwischen den getrennten Flötztheilen hergestellt wurde. Karstens Archiv, B. 9, 1836, S. 77.

---

*) Vergl. Gätzschmann, die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien, Freiberg, 1856, wo S. 178 ff. die Flötzverwerfungen ausführlich besprochen und durch Holzschnitte erläutert werden; wie denn in diesem Werke überhaupt sehr viele und lehrreiche Beiträge zur Lehre von den Lagern und Gängen geboten werden.

Weit wichtiger und grossartiger jedoch als diese Störungen der unmittelbar anliegenden Schichten-Enden erscheinen die Dislocationen, welche den ganzen auf der einen Seite der Verwerfungskluft gelegenen Gebirgstheil betroffen haben. Die dabei Statt gefundene Bewegung scheint meistentheils eine geradlinige oder parallele, und nur selten eine drehende Bewegung gewesen zu sein, ist aber wohl stets auf und längs der Verwerfungsspalte vollzogen worden, wobei denn die Lage dieser Spalten eine wichtige Rolle spielt.

Bisweilen sind sie senkrecht, und wenn dann mehre parallel neben einander gebildet wurden, so können die dadurch entstandenen senkrechten Parallelmassen des Gebirges theils zu verschiedenen Höhen aufwärts, theils zu verschiedenen Tiefen abwärts, theils auch in schräger und selbst in horizontaler Richtung neben einander bewegt oder verschoben worden sein, wodurch denn auch die im Gebirge vorhandenen Lager und Flötze in einzelne Segmente zerlegt und diese Segmente gegen einander verschoben werden mussten.

Häufiger haben die Verwerfungsspalten eine gegen den Horizont geneigte Lage, und dann unterscheidet man die getrennten Gebirgstheile als das Hangende und das Liegende, indem man unter jenem den über, unter diesem den unter der Sprungkluft oder Verwerfungsspalte liegenden Gebirgstheil versteht. Man nimmt nun an, dass die Verwerfungen bei weitem in den meisten Fällen als Niederziehungen des Hangenden, nur in seltenen Fällen als Emportreibungen desselben, und in noch selteneren Fällen als Emportreibungen des Liegenden zu erklären sind. Dabei scheint die Bewegung wesentlich in der Richtung der Fall-Linie der Sprungkluft Statt gefunden zu haben, indem die bewegten Massen dem Zuge der Schwerkraft folgten, oder auch diesem entgegen getrieben wurden.

Diese Richtung der Bewegung wird sich nun allerdings in vielen Fällen durch die Richtung der Frictionsstreifen der vorhandenen Rutschflächen zu erkennen geben; allein in welchem Sinne, oder nach welcher Seite innerhalb dieser Richtung die Bewegung vollzogen wurde, darüber lässt sich nicht so leicht entscheiden, und es würden sich viele Verwerfungen eben sowohl durch eine Emportreibung des Liegenden, wie durch eine Herabrutschung des Hangenden erklären lassen, welche letztere bei sehr grossartigen Verwerfungen doch auch ihre besonderen Schwierigkeiten haben dürfte.

Die Verwerfungen gehören zu den sehr häufig vorkommenden Erscheinungen, und sind bisweilen in einem sehr grossen Maasstabe erfolgt, wie sie sich denn in aller Hinsicht an jene grossartigen Dislocationen anschliessen, welche auch bei der Bildung der Gebirgsketten gewirkt haben*). Sie müssen oftmals die Reliefformen der Erdoberfläche bedeutend modificirt haben, und wir können nur einen Beweis für die grossartigen späteren Abtragungen oder Denudationen darin finden, dass so häufig über Tage kaum eine Spur derselben Dislocationen zu erkennen ist, welche im Innern des Gebirges in einer Grösse von hundert Lachtern und darüber nachgewiesen worden sind. Besonders deutlich

*) Vergl. den ersten Band, S. 925 bis 940, auch S. 368.

und auffallend machen sich die Verwerfungen in solchen geschichteten Formationen bemerkbar, welche aus sehr verschiedenartigen Schichten bestehen, weil sich in der wechselnden Beschaffenheit der Schichten und in dem Mangel an Uebereinstimmung derselben zu beiden Seiten der Sprungkluft die Dislocation recht augenscheinlich zu erkennen giebt, so dass die Grösse und Richtung derselben oft genau ermittelt werden kann.

Daher sind es denn auch in Teutschland besonders die Steinkohlenformation und die Zechsteinbildung, in deren Gebiete die Verwerfungen am häufigsten beobachtet und am gründlichsten studirt worden sind; wozu auch der Umstand sehr viel beigetragen hat, dass gerade diese beiden Formationen dem Bergbau ein sehr reiches Feld der Bearbeitung darbieten. Dennoch aber gehören auch in den übrigen sedimentären und selbst in den primitiven Formationen Verwerfungen keineswegs zu den Seltenheiten; nur fallen sie dort wegen der oft homogeneren Zusammensetzung des Gebirges weniger in die Augen, und nehmen deshalb auch grössere Aufmerksamkeit in Anspruch. Da sie sich übrigens im Gebiete der Erzgänge ganz auf ähnliche Weise wiederholen, so hat auch der Gangbergbau viele und sehr wesentliche Beiträge zur Naturgeschichte der Verwerfungen geliefert.

Da eine jede Gebirgsspalte in ihrer Längenerstreckung nothwendig eine Gränze hat, so wird auch die mit ihr verbundene Verwerfung an dieser Gränze zu Ende gehen, und während sie in der Mitte des Spaltenverlaufes gewöhnlich den grössten Werth erreicht, wird sie nach beiden Enden hin allmälig immer geringer werden, und sich zuletzt gänzlich verlieren. Dafür, dass es sich so verhält, sind mehrfach die sichersten Beweise geliefert worden; so unter anderen bei der grossen Verwerfung, welche der Neunzig-Faden-Gang bei Newcastle im dasigen Kohlengebirge verursacht hat. Dieselbe wurde in der $2^1/_2$ geograph. Meilen langen Strecke von Whitley über Westmoor bis nach West-Kenton mit sehr verschiedenen Werthen nachgewiesen; sie erreicht nämlich bei Whitley 600 Fuss, in der Mitte bei Westmoor 1050 Fuss, und bei West-Kenton 720 Fuss Höhe; sie nimmt also nach beiden Seiten hin ab, und ist am grössten da, wo die Mulde am tiefsten ist. Auch in der Steinkohlenformation Oberschlesiens und in der Thüringer Zechsteinformation wurden vielfach Beweise dafür geliefert, dass die Verwerfungen von der Mitte aus nach beiden Seiten hin allmälig abnehmen und endlich ganz aufhören. In der That würde es auch ganz unbegreiflich sein, wie es anders möglich wäre, weil ja nothwendig mit der Spalte, welche die Trennung beider Gebirgstheile bewirkte, auch die Senkung oder Hebung des einen Gebirgstheils gegen den anderen ihr Ende erreichen muss. Wo also die Spalte (oder der sie erfüllende Gang) aufhört, da wird auch die Verwerfung aufhören; und wie sich die Spalte selbst nach ihren Enden hin allmälig auskeilt, so wird sich gleichmässig die Grösse der Verwerfung allmälig vermindern.

Dass nun aber diese Verwerfungen in den meisten Fällen wirklich durch eine Bewegung in der Richtung der Fall-Linie der Verwerfungskluft hervorgebracht wurden, dafür sprechen folgende drei Thatsachen*).

---

*) Vergl. v. Carnall, in Karstens Archiv, Bd. 9, 1836, S. 99 oder §. 167 ff.

1. Die *Richtung der Frictionsstreifen*. Die bedeutende Reibung, welche die Wände der Verwerfungsspalte bei der Bewegung des einen Gebirgstheiles erleiden, wird stellenweise eine Abglättung derselben, zugleich aber auch eine Bildung von Ritzen, Striemen und Furchen in der Richtung der Statt gefundenen Bewegung verursachen; und in der That findet man, dass die so gebildeten Frictionsstreifen sehr häufig in einer der Fall-Linie der Sprungkluft parallelen Richtung verlaufen.

2. Wenn die beiden Querschnitte oder Schnittlinien eines verworfenen Flötzes geradlinig verlaufen und einander parallel sind, so beweist diess zwar, dass die Bewegung des *einen* Gebirgstheiles eine *fast parallele* Bewegung gewesen sein müsse, aber noch nicht, dass sie auch in der Richtung der Fall-Linie der Sprungkluft vollzogen wurde. Dafür ist aber allemal der Beweis gegeben, wenn die beiden Schnittlinien mancherlei *Krümmungen* zeigen, und je zwei einander *correspondirende* Krümmungspuncte genau in der Fall-Linie der Verwerfungskluft unter einander liegen. Derselbe Beweis würde auch dann gegeben sein, wenn, bei geradlinigem Verlaufe der Schnittlinien des Flötzes, irgend eine *locale* Eigenthümlichkeit desselben, z. B. eine Verdrückung oder eine Anschwellung, oder ein dasselbe durchsetzendes Trum, oder eine besondere Gesteinsniere durchschnitten wurde, und die einander *correspondirenden Hälften* dieser localen Vorkommnisse genau in der Fall-Linie der Verwerfungskluft unter einander nachgewiesen werden können.

3. Auch die bereits S. 496 erwähnte und ziemlich häufig vorkommende Erscheinung der abwärts oder aufwärts *gebogenen* und *geschleiften Enden* der verworfenen Gebirgsschichten oder Flötztheile liefert einen Beweis dafür, dass die Verwerfung gewöhnlich in der Richtung der Fall-Linie der Verwerfungskluft vollzogen wurde, weil diese Umbiegung der Schichten-Enden in der Regel nach dieser Richtung wahrgenommen wird.

Eine solche Umbiegung der Schichten kann auf zweierlei verschiedene Weise Statt finden. Die umgebogenen Enden des *hangenden* Flötztheiles werden nämlich die Verwerfungskluft entweder in einem *höheren*, oder in einem *tieferen* Puncte treffen, als diess durch die ideale Verlängerung desselben Flötztheiles *ohne* die Umbiegung der Fall sein würde; bei dem *liegenden* Flötztheile verhält es sich gerade umgekehrt *). Der *erstere* Fall ist der gewöhnlichere und liefert den Beweis, dass die Verwerfung wirklich entweder durch ein Herabrutschen des hangenden, oder durch eine Hinaufschiebung des liegenden Gebirgstheiles gebildet wurde; im zweiten Falle würde der Beweis für eine Hinaufschiebung des hangenden (oder auch für eine Hinabsenkung des liegenden) Gebirgstheiles gegeben sein.

Aber alle diese Merkmale belehren uns doch nur darüber, dass die *Richtung* der Bewegung durch die *Fall-Linie* der Verwerfungskluft vorgeschrieben wurde; ob aber die Verwerfung in einer Senkung des hangenden,

*) Diese *Biegung* der Flötztheile an der Sprungkluft hebt v. Carnall als eine merkwürdige und für den Bergmann wichtige Erscheinung hervor, welche er in folgender Weise beschreibt: jeder Theil eines durch einen Sprung verworfenen Flötzes ist an der Stelle seiner Abschneidung oft nach *der Richtung* hin gebogen, nach welcher der andere Flötztheil liegt. Karstens Archiv, B. 9, 1836, S. 77 oder §. 151.

oder in einer Hebung des liegenden Gebirgstheiles bestand, darüber gewähren sie uns keine sichere Auskunft. Denn an jedem einzelnen Beobachtungspuncte wird der formale Bestand der Erscheinung durch die eine Annahme ebenso wohl erklärt werden können, als durch die andere.

Allerdings nimmt man gewöhnlich eine Bewegung des hangenden Gebirgstheiles an*), indem man voraussetzt, dass es einen weit grösseren Aufwand von Kräften erfordere, die liegende Gebirgshälfte emporzutreiben, als die hangende herabrutschen zu lassen, wofür man ja nur die Wirkung der Schwerkraft in Anspruch zu nehmen habe. Aber freilich bedarf man dazu auch eines leeren Raumes, in welchen hinab die Bewegung erfolgen konnte, und dessen Voraussetzung wohl nicht in allen Fällen zulässig, in manchen aber geradezu unmöglich erscheinen dürfte.

Bei grösseren und durch den Bergbau weithin aufgeschlossenen Verwerfungen könnte die Frage in gewissen Fällen eine sichere Beantwortung finden. Wenn z. B. das Flötz und die Sprungkluft genau dasselbe Streichen haben, und die Verwerfung bis nahe an ihre Grenzen verfolgt werden kann, dann würde sich ergeben, dass die Schnittlinie des nicht bewegten Flötztheiles in ihrer Total-Erstreckung horizontal verläuft, während die Schnittlinie des bewegten Flötztheiles einen flachen Bogen entweder mit abwärts, oder mit aufwärts gewendeter Convexität bilden würde, je nachdem der hangende Theil abwärts, oder der liegende Theil aufwärts bewegt worden ist. Die Sagitta dieses Bogens würde dem Maximum der Verwerfung entsprechen, welche nach beiden Seiten hin allmälig mit immer kleineren Werthen ausgebildet sein wird. Bei einem solchen Total-Ueberblicke der Erscheinung würde man also nicht mehr im Zweifel darüber bleiben, ob die Verwerfung durch eine Emportreibung des liegenden, oder durch eine Niederziehung des hangenden Gebirgstheiles bewirkt worden ist; während an jedem einzelnen Beobachtungspuncte, und selbst in einem beschränkten Beobachtungsfelde die formalen Verhältnisse der Erscheinung sich auf die eine, wie auf die andere Weise erklären lassen.

Während man also in denjenigen Fällen, wo der hangende Flötztheil ein tieferes Niveau behauptet, als der liegende, oftmals ungewiss darüber bleiben kann, ob das Hangende abwärts, oder das Liegende aufwärts bewegt worden ist, und sich meist nur aus dem oben angegebenen Grunde mit einer gewissen Vorliebe für das Erstere erklärt, so wird wohl in allen denjenigen Fällen, wo der hangende Flötztheil ein höheres Niveau behauptet**), eine Emportreibung des hangenden Gebirgstheiles angenommen. Dahin gehören auch diejenigen Fälle, wo die Schichten durch mehre parallele Verwerfungsklüfte im Hangenden derselben unausgesetzt immer höher hinaufgeschoben worden sind.

Was nur irgendwie durch Senkung erklärt werden kann, sagt v. Carnall, werden wir nicht unterlassen so zu deuten, und nur dann nach anderen Ursachen suchen, wenn die Annahme der Senkung entweder gar nicht zulässig ist, oder doch nicht ausreicht. Wo aber beiderlei Erklärungen (durch Hebung oder Senkung) in gleichem Grade zulässig wären, da ist die Senkung schon an sich selbst wahrscheinlicher (a. a. O. S. 118 und 119). Da nun zu jeder Senkung ein hohler Raum erforderlich ist, so untersucht er die Ursachen, durch welche

*) Vergl. den ersten Band, S. 926.

**) Wie z. B. ein solcher Fall im ersten Bande, S. 928 dargestellt ist.

dergleichen Hohlräume entstanden sein können, und erkennt als die wichtigste und allgemeinste Ursache die grossartige Erhebung ganzer Erdflächen oder Continente, bei welcher hin und wieder Räume hohl wurden, deren Decke hernach zusammenstürzte; S. 125 ff.

Wenn sich ein zwischen zwei geneigten aber parallelen Sprungklüften eingeschlossenes Gebirgsstück gesenkt hat, dann wird die Sache so erscheinen, als ob auf der einen Kluft eine Senkung, auf der anderen dagegen eine Hebung Statt gefunden hätte. Solche Einsenkung eines zwischen zwei parallelen Klüften enthaltenen Gebirgsstückes nennt man wohl einen Graben. Wo man daher im Hangenden einer Kluft die Schichten höher liegen sieht, als im Liegenden derselben, da muss man genau zusehen, ob man es blos mit einem Graben zu thun hat, oder ob die tiefere Schichtenlage im Liegenden unausgesetzt Statt findet, bevor man sich zu der Annahme einer Emportreibung des Hangenden entschliesst.

Ueberhaupt haben wir also bei den meisten Verwerfungen die beiden Fälle zu unterscheiden, ob der hangende Gebirgstheil ein tieferes, oder ein höheres Niveau behauptet, als der liegende Gebirgstheil. Hat er ein tieferes Niveau, was bei weitem der gewöhnlichere Fall ist, so wird die Erscheinung entweder durch eine Senkung des Hangenden, oder durch eine Emportreibung des Liegenden zu erklären sein. Hat dagegen der hangende Gebirgstheil das höhere Niveau, so kann die Erscheinung entweder durch eine Emportreibung des Hangenden, oder durch eine Senkung des Liegenden erklärt werden.

Nach dem Obigen wird man allerdings in den meisten Fällen zu der Annahme berechtigt sein, dass die Bewegung in der Richtung der Fall-Linie der Verwerfungskluft vollzogen worden ist; indessen kommen auch Fälle vor, wo sie nach irgend einer anderen Richtung Statt gefunden hat, obgleich sie auch dann noch eine geradlinige gewesen ist. Die Lage der Frictionsstreifen wird diese Richtung gewöhnlich erkennen lassen, und sie lehrt uns in der That, dass die Verschiebung des einen Gebirgsstückes bisweilen in schräger, ja sogar in horizontaler Richtung erfolgt ist.

Zu den ganz seltenen Erscheinungen gehören diejenigen Verwerfungen, welche nicht in einer einfachen geradlinigen, sondern in einer drehenden Bewegung des einen, und wohl jedenfalls des hangenden Gebirgsstückes gegen das andere begründet waren, so dass die Schichten zu beiden Seiten der Verwerfungskluft ein ganz verschiedenes Streichen und Fallen erkennen lassen. Die Axe der Drehung war wohl stets rechtwinkelig auf der Ebene der Verwerfungskluft, und die beiden Schnittlinien jeder Schicht und jedes Flötzes werden sich irgendwo an einer Stelle kreuzen, von welcher aus die Verwerfung nach entgegengesetzten Richtungen zu verfolgen ist, indem sich das Hangende auf der einen Seite gesenkt, auf der anderen Seite gehoben hat, weshalb denn beide Flötztheile um so weiter aus einander gerückt sind, je weiter man sie von jener Stelle aus verfolgt.

Dergleichen mit Drehungen verbundene Bewegungen sind unter verschiedenen Verhältnissen in den Bergwerken von Derbyshire beobachtet worden, und gehören zu den verwickeltsten Erscheinungen der Gebirgsstructur oder Geo-

tektonik *). Sie dürften aber auch im Gebiete der ältesten Formationen kommen, welche ja im Laufe der Zeiten allen den verschiedenen plutoni Bewegungen unterworfen waren, von denen immer wenigere die jüngeren jüngsten Formationen betroffen haben.

### §. 524. *Fortsetzung; Regel der Aufsuchung verworfener Flötze.*

Da die Verwerfungen in Bezug auf die Lager und Flötze eine ganz vor liche Wichtigkeit erlangen, so geben wir zum Schlusse noch einige speci Betrachtungen über diese Störungen, wobei wir hauptsächlich den Darstellu des trefflichen v. Carnall folgen, wie er solche in seiner schon mehrfach cit Abhandlung **) gegeben hat, welche sich zwar zunächst auf die Sprünge in Territorien der Steinkohlenformation bezieht, dennoch aber mehr oder wen auf alle Flötzverwerfungen anwenden lässt.

Nach ihrem Streichen unterscheidet v. Carnall streichende, que schlägige und diagonale Sprungklüfte. Eine streichende Sprungkluft ist e solche, deren Streichen mit dem Streichen des Flötzes zusammenfällt; ei querschlägige Sprungkluft dagegen, deren Streichen um 90° oder 6 Stunde von dem Streichen des Flötzes abweicht, weshalb sie querschlagsweise auf da Flötz zustreicht; eine diagonale Sprungkluft endlich ist jede, deren Streiche mit dem Streichen des Flötzes irgend einen schiefen Winkel bildet.

Für diejenigen Verwerfungen, welche eine (wirkliche oder scheinbare) Ni derziehung des Hangenden verursacht haben, kann man das Wort Sprun schlechthin beibehalten, weil sie bei weitem die häufigsten sind; dagegen schlägt v. Carnall vor, diejenigen seltneren Verwerfungen, welche mit einer Emportreibung des Hangenden verbunden sind, mit dem Namen Uebersprung zu belegen. Da aber auch bisweilen Verwerfungen bei solchen Klüften oder Spalten vorkommen, welche vertical sind, und also keine Unterscheidung vo Hangendem und Liegendem gestatten, so bezeichnet v. Carnall dergleiche Sprünge als Seigersprünge. Zwar stehen die Sprungklüfte nur selten ga vertical, doch haben sie in der Regel eine stark geneigte Lage, weshalb die flach fallende Sprünge schon selten vorkommen, und schwebende Sprünge zu den ganz ungewöhnlichen Erscheinungen gehören.

Diejenige Linie, in welcher ein Flötz von der Sprungkluft geschnitten wird, nennt v. Carnall die Schnittlinie; ein Ausdruck, dessen wir uns bereits im Vorhergehenden bedient haben. Da nun stets zwei Flötztheile vorhanden sind, so giebt es auch bei jeder Verwerfung zwei Schnittlinien, welche einander innerhalb kleinerer Distanzen parallel erscheinen werden, sobald die Verwerfung in einer geradlinigen Verschiebung des einen Gebirgstheiles bestand.

---

*) John Farey hat in seinem Buche: *General View of the Agriculture and Ma of Derbyshire, London* 1811, viele Erscheinungen von Flötz-Verwerfungen und andern D locationen in 56 schematischen Diagrammen abgebildet, welche auch Waldauf v. We denstein in dem Werke über die Besonderen Lagerstätten (Wien 1824) auf Tafel IV. aufgenommen hat.

**) Ueber Sprünge im Steinkohlengebirge, in Karstens Archiv B. 9, 1836, S. 3 bis 1 Diese sehr umfängliche Abhandlung ist auch als Separatabdruck selbstandig erschienen

Unter der flachen Sprunghöhe versteht man den in der Ebene der Sprungkluft nach deren Fall-Linie gemessenen gegenseitigen Abstand beider Schnittlinien. Wenn also die Verwerfung, wie gewöhnlich, in der Richtung dieser Fall-Linie Statt gefunden hat, so bestimmt die flache Sprunghöhe die wirkliche Grösse der Bewegung, mag nun solche in einer Niederziehung des Hangenden, oder in einer Emportreibung des Liegenden bestanden haben.

Man kann aber auch nach der Grösse der Verwerfung in verticaler Richtung fragen, welche man die senkrechte oder seigere Sprunghöhe nennt*). Bezeichnet man

mit $H$ die flache Sprunghöhe,
mit $b$ den Fallwinkel der Sprungkluft, und
mit $S$ die seigere Sprunghöhe,

so wird natürlich $S = H \sin b$.

Nächst der flachen und der seigeren Sprunghöhe ist bei jeder Verwerfung auch die horizontale oder söhlige Sprungweite ein in praktischer Hinsicht nicht unwichtiges Element. Sobald nämlich die Schnittlinie mit der Streichlinie der Sprungkluft einen schiefen Winkel bildet, was doch gewöhnlich der Fall ist, so wird die Verwerfung mit einer scheinbaren Seitenverschiebung beider Flötztheile verbunden sein, welche jedoch nur als eine mittelbare Folge der Niederziehung des Hangenden (oder der Emporschiebung des Liegenden) und keineswegs als eine wirkliche Verschiebung des einen Flötztheiles in horizontaler Richtung zu betrachten ist. Die Grösse dieser scheinbaren Seitenverschiebung, oder die Grösse der söhligen Spungweite ist nun der in der Ebene der Sprungkluft nach deren Streichlinie gemessene gegenseitige Abstand beider Schnittlinien. Bezeichnet man also den Neigungswinkel der Schnittlinie gegen die Streichlinie der Sprungkluft mit $\alpha$, und die söhlige Sprungweite mit $h$,

so wird nothwendig $h = H \cot \alpha$.

Flache Sprunghöhe und söhlige Sprungweite sind ein paar wichtige Elemente für die bergmännische Praxis, weil die Wiederausrichtung eines verworfenen Flötzes gewöhnlich durch Ortsbetrieb längs der Sprungkluft selbst versucht wird, welcher Ortsbetrieb entweder nach der Fall-Linie, oder nach der Streichlinie derselben ausgeführt zu werden pflegt.

Man kann die Lage der Schnittlinie entweder auf die Ebene des Flötzes, oder auf die Ebene der Sprungkluft beziehen; in beiden Fällen bildet zunächst derjenige Winkel, welchen die Schnittlinie mit der Streichlinie der einen wie der anderen Ebene macht, ein wichtiges Element. Diess gilt namentlich von dem Winkel der Schnittlinie mit der Streichlinie der Sprungkluft, den wir soeben mit $\alpha$ bezeichen haben und für welchen v. Carnall wegen seiner besonderen Wichtigkeit den Namen Sprungwinkel vorschlägt**). Dieser Sprungwinkel wird $= 0$, wenn die Schnittlinie mit der Streichlinie, und er wird $= 90^0$, wenn sie mit der Fall-Linie der Sprungkluft

*) Vergl. den ersten Band, S. 926.
**) Vergl. v. Carnall, a. a. O. §. 57.

parallel ist. In allen Zwischenlagen, da der Sprungwinkel zwischen 0° und 90° misst, theilt die Schnittlinie die Ebene der Sprungkluft in zwei Theile, von denen man den einen das Hangende, den anderen das Liegende der Schnittlinie nennen kann, indem beide Ausdrücke stets auf die in der Ebene der Sprungkluft liegende Schnittlinie zu beziehen sind. Das Hangende der Schnittlinie ist also diejenige Hälfte der Sprungkluft, welche oberhalb, das Liegende der Schnittlinie diejenige Hälfte der Sprungkluft, welche unterhalb der Schnittlinie gelegen ist.

Die sehr einfache Regel nun, nach welcher bei vorkommenden Verwerfungen der verworfene oder verlorene Flötztheil aufzusuchen ist, lautet folgendermaassen:

Man suche den verworfenen Flötztheil entweder im Hangenden oder im Liegenden der getroffenen Schnittlinie, je nachdem man die Sprungkluft selbst auf ihrer hangenden oder auf ihrer liegenden Seite angefahren hat*).

Diese Regel wird allemal richtig zum Ziele führen, wenn die Verwerfung wirklich in der Richtung der Fall-Linie der Sprungkluft vollzogen worden ist, wobei es ganz gleichgiltig bleibt, ob sich das Hangende abwärts, oder das Liegende aufwärts bewegt hat. Da nun vielfältige Erfahrungen gelehrt haben, dass wenigstens die meisten Verwerfungen nach jener Richtung erfolgt sind, so wird auch vorstehende Regel der Wiederausrichtung des verlorenen Flötztheiles in dem meisten Fällen zutreffen.

Es kommt nämlich offenbar nur darauf an, die jenseitige Schnittlinie, d. h. die Schnittlinie des verworfenen Flötztheiles aufzufinden, längs welcher dieser Flötztheil beginnt, welche Lage er auch übrigens im Raume haben mag, was auf die Regel ohne wesentlichen Einfluss ist. Sobald man es also mit gewöhnlichen Sprüngen, und nicht mit Uebersprüngen zu thun hat, so wird sich die untere Schnittlinie, oder die Schnittlinie des unteren Flötztheiles im Hangenden, die obere Schnittlinie, oder die Schnittlinie des oberen Flötztheiles im Liegenden der Sprungkluft befinden müssen. Hat man also bei dem Ortsbetriebe im Flötze die Sprungkluft auf ihrer hangenden Seite angefahren, so hat man die untere Schnittlinie des Flötzes erreicht, und muss nun die obere Schnittlinie aufsuchen, welche natürlich über der ersteren, oder im Hangenden derselben liegen wird. Hat man dagegen die Sprungkluft auf ihrer liegenden Seite angefahren, so hat man die obere Schnittlinie des Flötzes erreicht, und muss nun die untere Schnittlinie aufsuchen, welche unter der ersteren, oder im Liegenden derselben anzutreffen sein muss.

---

*) So viel uns bekannt, ist die Regel zur Wiederausrichtung verworfener Gänge und Flötze in dieser eben so einfachen als verständlichen Form zuerst von D. F. Hecht, weiland Professor der Mathematik an der Freiberger Bergakademie, im Jahre 1825 in einer kleinen Schrift: Einfache Construction zur Bestimmung der Kreuzlinie zweier Gänge u. s. w. (Leipzig, bei Leopold Voss), sowie später in seinem Lehrbuche der Markscheidekunst (Freiberg, 1829, S. 236) ausgesprochen worden. Zimmermann's Regel besagt Dasselbe, aber in sehr unklarer Ausdrucksweise.

Die aufgestellte Regel belehrt uns nur ganz allgemein über die Richtung, nach welcher der verlorene Flötztheil zu suchen ist; in der Ausübung wird ihr auf verschiedene Weise nachzukommen sein.

Zuvörderst durchbricht man die Sprungkluft oder den verwerfenden Rücken, um in den jenseitigen Gebirgstheil zu gelangen, wo der verworfene Flötztheil überhaupt zu erwarten ist, und im glücklichen Falle vielleicht unmittelbar gefunden werden kann, wenn eine blose Durchsetzung und gar keine, oder nur eine geringe Verwerfung vorliegt. An der jenseitigen Fläche der Sprungkluft oder des Rückens wird nun die weitere Aufsuchung entweder durch ein söhliges, oder auch durch ein tonnlägiges, unmittelbar an der Sprungkluft betriebenes Ort versucht; seltener wird man sich veranlasst finden, nach dem auszurichtenden Flötze einen Querschlag zu treiben, welcher dann ebenfalls in söhliger Richtung gehalten wird.

Da nun der Ortsbetrieb an der Sprungkluft selbst das gewöhnlichere Mittel ist, so fragt es sich, ob ein söhliges (streichendes) Ort, oder ob ein tonnlägiges (steigendes oder fallendes) Ort den kürzeren Weg darbieten wird. Die Beantwortung dieser Frage hängt von der Lage der verlassenen Schnittlinie ab, welche mit der Fall-Linie der Sprungkluft einen Winkel bildet; je nachdem dieser Winkel kleiner oder grösser als 45° ist, wird der kürzere Weg durch ein streichendes, oder durch ein tonnlägiges Ort vorgeschrieben sein.

In der Wirklichkeit liegen freilich die Verhältnisse nicht immer so klar und deutlich vor, wie man sich solche an einem Modelle oder in einer Zeichnung vorstellig machen kann, weil die Verwerfungen so häufig mit Zerrüttungen des Gesteins, mit Verbiegungen, Stauchungen und anderen localen Unregelmässigkeiten der Schichten verbunden sind. Daher bedarf es oftmals grosser Aufmerksamkeit und sorgfältiger Aufdeckung, um die jedesmal vorliegende Erscheinung richtig beurtheilen zu können.

Noch haben wir eines bei Verwerfungen zuweilen vorkommenden Verhältnisses zu gedenken, welches man mit dem Namen der Ueberschiebung oder auch der Deckung der Flötztheile bezeichnet hat*). Es kann nämlich bei gewissen, in der Lage des Flötzes und der Sprungkluft gegebenen Bedingungen vorkommen, dass die beiden verworfenen Flötztheile innerhalb einer gewissen Breite neben oder über einander vorhanden sind, so dass Normalen von dem einen Flötztheile auf den anderen Flötztheil gefällt werden können, und dass das Flötz innerhalb des Bereiches einer solchen Ueberschiebung gewissermaassen doppelt vorhanden ist. Die Erscheinung wird z. B. bei einem gewöhnlichen Sprunge dann Statt finden, wenn der hangende Flötztheil mit der Sprungkluft nach oben einen recht spitzen Winkel macht.

Uebrigens begreift man leicht, dass auch bei einer blosen Durchsetzung des Flötzes, ohne eine zugleich Statt gefundene Verschiebung des einen Gebirgsstückes, eine Verrückung des einen Flötztheiles gegen den anderen eintreten muss, sobald die Durchsetzung von einem mächtigen Rücken oder Gange unter einem schiefen Winkel bewirkt wird. Vergl. hierüber Grimm, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, S. 86 ff.

Wir glauben diesen Paragraphen und die Betrachtung der lagerartigen Gebirgsglieder überhaupt zweckmässig zu beschliessen, indem wir noch die

*) Was im ersten Bande S. 927 als Ueberschiebung bezeichnet wurde, ist eigentlich nur ein Uebersprung im Sinne v. Carnalls.

goniometrischen Formeln mittheilen, welche bei der Beurtheilung der Flötzverwerfungen in Rücksicht kommen.

Zwei Winkel sind es, welche eine besonders wichtige Rolle spielen. Der eine derselben ist derjenige, welchen v. Carnall den **Sprungwinkel** nannte, oder der Winkel, den die Schnittlinie mit der Streichlinie der Sprungkluft macht; der andere ist der analoge Winkel in Bezug auf das Flötz, also der Winkel, den die Schnittlinie mit der Streichlinie des Flötzes macht; für diesen hat v. Carnall den Namen **Flötzwinkel** vorgeschlagen. Beide diese Winkel lassen sich als Functionen des Streichens und Fallens des Flötzes und der Sprungkluft ausdrücken; endlich ist auch der Winkel zu beachten, welchen die beiden Ebenen des Flötzes und der Sprungkluft bilden.

Bezeichnen wir nun
- mit $a$ den Fallwinkel des Flötzes,
- » $b$ den Fallwinkel der Sprungkluft,
- » $c$ den Winkel, welchen Flötz und Sprungkluft bilden,
- » $\alpha$ den Sprungwinkel (v. Carnall), oder den Winkel, welchen die Schnittlinie mit der Streichlinie der Sprungkluft bildet,
- » $\beta$ den Flötzwinkel (v. Carnall), oder den Winkel, welchen die Schnittlinie mit der Streichlinie des Flötzes bildet, und
- » $\gamma$ den Winkel, welchen die beiden Streichlinien des Flötzes und der Sprungkluft mit einander bilden,

so haben wir zuvörderst zu berücksichtigen, dass die drei Winkel $a$, $b$ und $\gamma$ stets durch unmittelbare Beobachtung gegeben sind, und bestimmen dann die übrigen durch folgende Gleichungen:

$$\cot \alpha = \frac{\cot a \sin b + \cos \gamma \cos b}{\sin \gamma}$$

$$\cot \beta = \frac{\cot b \sin a + \cos \gamma \cos a}{\sin \gamma}$$

$$\cos c = \cos \gamma \sin a \sin b - \cos a \cos b$$

$$= \frac{\cos \gamma - \cos \alpha \cos \beta}{\sin \alpha \sin \beta} .$$

Aus diesen Gleichungen kann man leicht diejenigen Bedingungen folgern, welche für gegebene oder vorausgesetzte singuläre Werthe des einen oder des andern Winkels erfüllt sein müssen; nur ist immer darauf zu achten, welche Winkel als spitze, und welche als stumpfe gegeben sind, und für letztere der Cosinus mit negativem Werthe zu nehmen. Bezeichnen wir ferner die als bekannt vorausgesetzte **flache** Sprunghöhe wie oben mit $H$, so bestimmen sich die drei zur Wiederauffindung des verlorenen Flötzes führenden Wege, wie folgt:

1) Die Länge $s$ des an der Sprungkluft zu treibenden Steigortes oder Fallortes:

$$s = H ,$$

2) die Länge $h$ der an der Sprungkluft zu treibenden söhligen Strecke:

$$h = H \cot \alpha ,$$

3) die Länge $q$ des etwa zu treibenden Querschlages:

$$q = H \cot \alpha \sin \gamma .$$

## Zweites Capitel.

### Gangartige untergeordnete Gebirgsglieder.

§. 525. *Begriff von gangartigen Gebilden überhaupt; Bildungsräume derselben.*

Indem wir zur Betrachtung der gangartigen Gebirgsglieder verschreiten, betreten wir ein in wissenschaftlicher wie in technischer Hinsicht sehr interessantes Gebiet der Untersuchung.

Man versteht unter gangartigen Gebirgsgliedern im engeren Sinne diejenigen untergeordneten Gebirgsglieder, welche durch abnorme Verbandverhältnisse und durchgreifende Lagerung mit den sie einschliessenden vorherrschenden Gebirgsgliedern verbunden sind, oder sich auch von diesen durch die erwähnten Eigenschaften unterscheiden. Sie sind in der Regel lange nach der Bildung der sie einschliessenden Gebirgsglieder durch Ausfüllung von Hohlräumen entstanden, welche sich innerhalb der letzteren gebildet hatten, und es ist diese Entstehungsart für die meisten derselben mit solcher Evidenz zu erkennen, dass die früher wohl bisweilen ausgesprochene Ansicht einer gleichzeitigen Ausbildung mit dem Nebengesteine als völlig unhaltbar erscheinen muss.

Das Wort Gang, welches der Benennung dieser Gebirgsglieder zu Grunde liegt, ist wohl ursprünglich von den teutschen Bergleuten zur Bezeichnung gewisser Erzlagerstätten gebraucht worden, welche sie ganz richtig von den Erzlagern unterscheiden zu müssen glaubten. Der Name Gang, sagte v. Weissenbach, findet seinen Ursprung im Bergbau; »das Erz geht, oder nimmt seinen Gang durch's Gebirge hin«; die oft quer hindurchgehende oder durchgreifende Lagerung war es, was diesen Namen veranlasste. In ähnlicher Weise sprach sich Vogelsang aus, als er die Bemerkung machte: Gang ist Alles, was einmal durch das Gestein hindurch gegangen ist*). Und so hätte uns denn schon die Etymologie des Wortes dem Begriffe der Sache nahe gebracht.

Suchen wir jedoch den Begriff der gangartigen Gebilde, (denn nicht alle lassen sich als Gebirgsglieder bezeichnen,) in seiner grössten Allgemeinheit festzustellen, so gelangen wir in der That auf die Definition: Gangartige Gebilde sind alle diejenigen, welche sich innerhalb eines im Gesteine oder Gebirge vorhandenen präformirten leeren Raumes entwickelt haben. Der für sie geforderte leere Raum kann übrigens sehr verschiedener Art gewesen sein.

Am häufigsten war es ein Spaltenraum, und wenn es auch im Allgemeinen unbestimmt gelassen werden muss, wie gross oder wie klein derselbe gewesen ist, so setzt man doch bei Gängen im engeren Sinne des Wortes immer schon grössere Spaltenräume voraus. Allein es können auch Schichtungsfugen sowie Contactfugen den Raum für die erste Anlage gangartiger Gebilde geliefert haben, bei deren weiterer Entwickelung diese Fugen oft eine bedeutende Erweiterung erlitten, was jedoch auch gleich anfangs der Fall gewesen sein kann.

---

*) A. v. Weissenbach in Gangstudien, herausgegeben von Cotta, I. Heft, 1847, S. 3; und Vogelsang, im Neuen Jahrb. für Min. 1868, S. 32.

Ferner waren es auch bisweilen Höhlenräume, in denen sich meist sehr unregelmässig gestaltete gangartige Gebirgsglieder ausgebildet haben, welche nicht selten mit Spalten- und Fugenbildungen zusammenhängen. Endlich können wir es kaum vermeiden, auch die Mandeln und Geoden, überhaupt die Blasenraum-Ausfüllungen mit in den Kreis der gangartigen Gebilde zu ziehen, weil sie mit gewissen Spaltenraum-Ausfüllungen in aller Hinsicht übereinstimmen, und sich lediglich durch ihre Form von ihnen unterscheiden; welcher Unterschied fast verschwindet, wenn wir uns den Blasenraum ganz platt gedrückt denken.

Die Achat-Trümer der Melaphyre z. B. schliessen sich unmittelbar an die Achat-Mandeln derselben an, und beide werden mit einander durch Uebergänge verbunden. A. v. Weissenbach hob es hervor, dass die Geoden im Melaphyr der Gegend von Oberstein nicht blos die rundliche blasenartige Gestalt haben, sondern sehr häufig auch plattgedrückt sind, und dann die Gestalt von Linsen, Platten und Gangtrümern zeigen. Aus diesen und anderen ähnlichen Beispielen schliesst er endlich, dass es sehr schwer sei, zwischen der Bildung der Mandelsteinkugeln (Geoden), als dem einen, und jener der Achatgänge, als dem anderen Extreme der Reihe, eine Gränzlinie aufzufinden; (Gangstudien, Heft I, S. 50 und 57). Leopold v. Buch machte schon auf die Analogie zwischen den Achatmandeln und den Erzgängen der Gegend von Ilfeld aufmerksam; (in v. Leonhard's Mineralogischem Taschenbuche, 1824, S. 485).

Während wir von den Mandeln, deren wichtigste Verhältnisse bereits im ersten Bande, S. 423 ff. und S. 593 f. besprochen wurden, an gegenwärtigem Orte absehen, müssen wir denen in Spaltenräumen enthaltenen gangartigen Gebilden unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden, weil die meisten Gänge und die ihnen zunächst verwandten Erscheinungen der Gebirgswelt in derartigen Räumen zur Ausbildung gelangt sind. Dabei haben wir zuvörderst die verschiedenen Ursachen und Verhältnisse der Spaltenbildung selbst in Betrachtung zu ziehen.

In der Abhandlung zur Theorie der Gangbildungen *) sagte Vogelsang: »eine Spalte ist wesentlich etwas Negatives, ein Ding, dessen Entstehung sich nicht auf irgend etwas Materielles, sondern nur auf ein Ereigniss zurückführen lässt«. Diese Bemerkung ist wohl richtig, denn eine Spalte (eine Kluft, ein Riss) ist ja nur eine Discontinuität, sie ist die flächenartig ausgedehnte Unterbrechung des Zusammenhanges eines Körpers, welcher früher ein Ganzes war. Es giebt aber auch andere Discontinuitäten von ähnlicher Form und Ausdehnung, welche durch die Zusammenfügung zweier oder mehrer Körper zu einem Ganzen entstanden, und daher als Fugen bezeichnet werden; wie z. B. die zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Schichten hinlaufenden Schichtungsfugen, oder wie die Contactfugen, welche zwei verschiedene Gebirgsglieder in ihrer Auflagerung oder Anlagerung bilden.

Man kann diese beiderlei Discontinuitäten als ursprüngliche und als secundäre unterscheiden; jene sind das Product einer Junctur oder Commissur, diese dagegen das Werk einer Ruptur oder Fractur; jene entstanden durch die räum-

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1862, S. 26.

liche **Vereinigung** zweier Gesteinsmassen, diese durch die räumliche **Trennung** einer ursprünglich zusammenhängenden Gesteinsmasse. — Die Fugen nahmen bei vielen gangartigen Erzlagerstätten einen wesentlichen Antheil an der Ausbildung derselben, indem sich das auf Spalten und Klüften im Zustande wässeriger Solution zugeführte Material auch seitwärts auf den Schichtungsfugen eindrängte*), oder indem es auf den Contactflächen zweier verschiedener Gebirgsglieder zum Absatze gelangte. Auf diese Weise entstanden die Trümer-Netzwerke, sowie manche Contactgänge und Lagergänge.

Wie **eng** oder wie **weit** eine Spalte ist, diess begründet zwar keine wesentliche Verschiedenheit, pflegt aber doch von Einfluss auf die übrigen Dimensionen und folglich auf die Grösse der ganzen Erscheinung zu sein, weil weite Spalten in der Regel auch eine grössere Erstreckung nach Länge und Tiefe haben, als enge Spalten. Daher gebraucht man wohl auch für enge und kurze Spalten die Worte **Riss** oder **Kluft**, und bezeichnet nur grössere und weit fortsetzende Klüfte als **Spalten**.

Auf die Frage, **wie** in den Gesteinen die Spalten **entstanden** sind und wohl auch noch gegenwärtig entstehen, erhalten wir verschiedene Antworten, welche uns besonders auf **drei** Ursachen, nämlich auf **Contraction**, **Expansion** und **Dislocation** durch Erdbeben verweisen.

### 1. Spaltenbildung durch Contraction.

Sie entstand und entsteht noch gegenwärtig durch ein inneres Schwinden, eine Volumverminderung der Gesteinsmasse, welche eine innere Zerberstung derselben zur Folge hatte, und entweder in der allmäligen Austrocknung, wie bei sedimentären Gesteinen, oder in der Abkühlung und Erstarrung, wie bei den eruptiven Gesteinen, begründet war; doch konnten auch sedimentäre Gesteine nach einer vorübergehenden Erhitzung eine Zerklüftung erleiden. Diese Art der Spaltenbildung war zu allen Zeiten eine **sehr häufig** vorkommende Erscheinung, welche jedoch niemals in grossartigem Maassstabe Statt gefunden, und daher auch nur schmale **Risse** und **Klüfte** hervorgebracht hat.

Auf diese Weise sind die zahlreichen aber in der Regel wieder ausgefüllten und gleichsam zugeheilten Risse und Klüfte entstanden, welche die körnigen Grauwacken und andere Sandstein-Arten, die Kieselschiefer und Quarzite, die Kalksteine, die Serpentine und so viele andere Gesteine so häufig nach allen Richtungen durchschwärmen; ebenso die inneren Zerklüftungen der Septarien, und alle diejenigen Klüfte, welche die verschiedenen Absonderungsformen der Gesteine begränzen, wie solche im ersten Bande S. 477 ff. als Contractionsformen beschrieben worden sind. Die bedeutendsten Klüfte der Art finden sich wohl bei der prismatischen oder säulenförmigen Absonderung, weil ja manche der so gebildeten Gesteinssäulen eine Länge von hundert Fuss und darüber erreichen. Im Allgemeinen aber bringt diese Contraction nur Klüfte von **kurzem** Verlaufe zur Ausbildung. Kreuzungen gleichzeitig gebildeter, mit oder ohne Ab-

---

*) Für wässerige Solutionen sind selbst haarfeine Fugen und Klüfte durchlässig; das Wasser hat einen spitzen Kopf, sagt der Bergmann, und die Capillarität unterstützt sein Eindringen.

Ablenkung, Durchsetzungen, Verwerfungen und Ablenkungen ungleichzeitiger Klüfte lassen sich nicht selten beobachten.

### 2. Spaltenbildung durch Expansion oder Tension.

Sie fand wohl seltener Statt, als die vorhergehende, war aber viel grossartiger in ihren Resultaten, indem sie oft weit klaffende und auf bedeutende Distanzen fortsetzende Spalten verursacht hat, welche aber ebenfalls gewöhnlich bald oder auch gleich nach ihrer Bildung ausgefüllt worden sind. Dahin gehören viele derjenigen Spalten, welche jetzt meist als eruptive Gesteinsgänge erscheinen, wie z. B. die Spalten der Lavagänge in den vulcanischen Bergen und Gebirgen, jene der Basaltgänge in so vielen Sandstein- oder Kalkstein-Territorien, deren Schichten mehr oder weniger horizontal und scheinbar ungestört liegen.

Denken wir uns z. B. ein horizontal geschichtetes Sandsteinplateau und nehmen wir an, dass solches in seinem centralen Theile längs einer nordsüdlich streichenden Axe etwas emporgedrängt wird, so muss es in ostwestlicher Richtung eine Tension oder Expansion erleiden, welche endlich die Ausbildung von mehren nordsüdlich streichenden verticalen Spalten zur Folge haben wird.

Auf eine solche Weise hat man sich wohl die zahlreichen parallelen Basaltgänge im Sandsteine von Strathaird auf der Insel Skye zu erklären; schon Macculloch bemerkte, dass die Bildung derselben eine vorausgegangene laterale Ausdehnung der ganzen Sandsteinmasse nothwendig mache. *Descr. of the Western Islands of Scotland, I, p.* 398. Aehnlich verhalten sich wohl die Gangspalten in dem fast horizontal geschichteten Trappgebirge der Insel Island, welche während der allmäligen Auftreibung des mächtigen Schichtensystems gebildet, aber auch sogleich durch Trapp ausgefüllt wurden.

War das Gestein, in welchem die Spalten durch Expansion entstanden, nach einer bestimmten Richtung auffallend gestreckt, so werden wohl viele Spalten in ihrem Streichen die Streckungsrichtung fast rechtwinkelig durchschneiden; ihre Bildung kann sehr langsam und allmälig erfolgt sein, so dass sie vielleicht erst lange Zeit nach ihrem ersten Aufreissen diejenige Weite erhielten, mit welcher wir sie gegenwärtig beobachten.

Bei Freiberg in Sachsen ist der fast horizontale oder unbestimmt schwebende Gneiss mit einer mehr oder weniger ausgezeichneten Streckung in der Richtung hor. 8 versehen; fast rechtwinkelig darauf streichen die sogenannten stehenden Gänge, deren Spalten wahrscheinlich während einer ganz langsamen (sÄcularen) Empordrängung dieses Gneiss-Territoriums entstanden, wobei die Rupturen am leichtesten in derjenigen Richtung erfolgten, welche rechtwinkelig auf die Richtung der schon früher in Wirksamkeit gewesenen Tension steht, als deren Resultat sich die Streckung zu erkennen giebt.

### 3. Spaltenbildung durch Erdbeben.

Die bedeutendsten und wohl auch die meisten unter den grösseren Spalten dürften durch die Senkungen und Hebungen einzelner Theile der Erdkruste, sowie durch die Stauchungen und Faltungen ganzer mächtiger Schichtensysteme, überhaupt durch diejenigen grossartigen Bewegungen und Dislocationen der starren Kruste unseres Planeten bewirkt worden sein, durch welche auch die Gebirgsketten und überhaupt die Reliefformen der Erdoberfläche ihre erste

Anlage erhielten, und welche oftmals die Vorläufer von eruptiven Gesteinsbildungen waren. Diese Bewegungen können theils rasch, theils langsam, oder auch ruckweise vollzogen worden sein, und werden im Allgemeinen den Charakter von plutonischen Erdbeben gehabt haben, weshalb denn die durch sie verursachten Spalten füglich als Erdbebenspalten bezeichnet werden können.

Dergleichen Spalten sind es wohl, welche den Raum für viele erruptive Gesteinsgänge und für die meisten Erzgänge geliefert haben; es sind diejenigen, von denen C. L. Schmidt sagte, dass ihre Ursache tief unter dem Granite liegen müsse. Werner schien freilich den Erdbeben nur in letzter Instanz einen Antheil an der Spaltenbildung der Gänge zugestehen zu wollen; dagegen erklärte C. v. Beust in seiner kritischen Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, dass die meisten Gangspalten als die Wirkungen von plutonischen Bewegungen der Erdkruste zu betrachten seien. Fournet sprach sich gleichfalls dafür aus, dass die meisten Erzgänge in solchen Spalten gebildet wurden, welche bei grossartigen Hebungen und Senkungen durch Kraftäusserungen entstanden, deren Ursache ihren Sitz im Innern der Erde hat*). Auch Hopkins erkannte, dass die Erzgänge in Derbyshire auf Dislocationsspalten gebildet worden sind, womit sich Sedgwick einverstanden erklärte. Vogelsang hat in seiner bereits oben citirten Abhandlung (S. 41 bis 48) die durch Erdbeben hervorgebrachten Spalten als die wichtigsten Bildungsräume der eigentlichen Gänge anerkannt, und die Bedingungen solcher Spaltenbildung ausführlich erörtert.

Man könnte noch eine Spaltenbildung durch die Schwerkraft einführen. Wo nämlich sehr steile Thalgehänge oder Bergabhänge eine geringe Unterstützung haben und vielleicht sogar auf einer abschüssigen Unterlage ruhen, da kann sehr leicht eine Ablösung und Senkung oder Rutschung eintreten, durch welche mehr oder weniger weit klaffende Spalten zur Ausbildung gelangen. Derartige Spalten haben jedoch wenig Interesse für uns, weil sie gewöhnlich leer geblieben oder nur durch eingeschwemmtes oder hinabgestürztes Material eine theilweise Ausfüllung gefunden haben, welche mit der eigentlichen Gangbildung kaum verglichen werden kann; sie haben mehr eine orographische, als eine geognostische Bedeutung**). Dass übrigens die Schwerkraft, diese stetig und überall wirkende Macht, bei der Bildung der durch Expansion und durch Erdbeben entstandenen Spalten mit im Spiele gewesen ist, und oftmals einen mittelbaren Antheil an diesen Ereignissen genommen hat, diess bedarf kaum einer Erwähnung. C. L. Schmidt, der alle Spalten durch Senkungen der Erdkruste erklärte, nahm freilich die Schwerkraft als die alleinige Ursache an, deren

*) Im *Traité de Géognosie par Burat, t. III*, 1835, *p.* 415.

**) Dergleichen zum Theil sehr weite Spalten finden sich in den Alpen und andern hohen Gebirgen nicht selten; so z. B. im Engadin bei Silvaplana am Wege nach dem Fuorcla-Passe, in Norwegen am östlichen Steilabfall des Folgefond hoch über dem Gehöfte Age. Viele Beispiele aus anderen Gegenden erwähnte Werner in seiner Neuen Theorie der Gänge, §. 39 und 40, sowie Freiesleben in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, Band IV, 2. Lieferung, S. 5—14.

Wirkung durch einen schlammartig flüssigen Zustand der tiefsten Erdschichten ermöglicht worden sein sollte.

Als ein Curiosum mag noch die Ansicht von John Leithart erwähnt werden, welcher die Bildung der Gangspalten durch elektrische Entladungen oder unterirdische Gewitter, sowie die Ausfüllung derselben durch elektromagnetische Strömungen erklären wollte. Vergl. Karsten's und v. Dechen's Archiv, Band 15, 1841, S. 787.

Die Bildung mehrer Gangspalten scheint sehr rasch erfolgt zu sein, so dass sie gleich anfangs diejenige Weite erhielten, mit welcher sie gegenwärtig erscheinen; diess gilt wohl von vielen mit Lava oder mit anderen eruptiven Gesteinen erfüllten Spalten. Dagegen sprechen viele Thatsachen dafür, dass andere Spalten nur als ganz schmale Risse entstanden, und im Laufe der Zeit einer Erweiterung unterlagen, welche theils ganz allmälig, theils ruckweise erfolgte. Endlich liegen Beweise vor, dass früher gebildete und wieder ausgefüllte Spalten später eine wiederholte Aufreissung erlitten haben, so dass, wie Werner sagte, eine Wiedereröffnung oder eine neue Zerspaltung des Ganges Statt gefunden hat*).

Sehr häufig bildeten sich in einem und demselben Landstriche gleichzeitig viele Spalten aus, welche dann gewöhnlich einen mehr oder weniger parallelen Verlauf beobachten und förmliche Spaltenzüge darstellen. Nicht selten entstanden aber auch theils gleichzeitig, theils successiv zwei verschiedene, sich ungefähr rechtwinkelig schneidende Spaltenzüge, welche complicirte Systeme bilden, in denen sich oft eine Einwirkung der Spalten des einen Zuges auf jene des anderen Zuges zu erkennen giebt, indem sie gegenseitige Verwerfungen oder auch Ablenkungen hervorbringen.

Hopkins hat selbst auf theoretischem Wege zu beweisen gesucht, dass unter gewissen Bedingungen die Ausbildung zweier, sich fast reehtwinkelig schneidender Spaltenzüge als eine geotektonische Gesetzmässigkeit betrachtet werden kann**). Indem er diess auf die Verhältnisse in Derbyshire anwendete, fand er, dass dort die Richtung der Erzgänge und jene der Verwerfungsspalten mit der Theorie übereinstimmt; Dasselbe fand Phillips in Yorkshire und Sedgwick in Flintshire.

### Ablenkung der Spalten.

Die durch Expansion oder durch Erdbeben gebildeten Spaltungen haben oftmals die in den Gesteinsmassen vorhandenen ursprünglichen Discontinuitäten, besonders die Schichtungsfugen und Absonderungsklüfte, oder auch einzelne Schichten von geringerer Cohäsion zu ihrer weiteren Fortsetzung benutzt, wobei sie nicht selten von ihrer anfänglichen Richtung bedeutend abgelenkt worden sind. Wenn z. B. ein horizontal gelagertes Schichtensystem von verticalen Spalten durchrissen wurde, da konnte es geschehen, dass die eine oder die

---

*) Werner, Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, §. 46 und §. 52. Für die allmälige Ausbildung vieler Gangspalten erklärte sich C. L. Schmidt in Karstens Archiv Band 6, 1823 S. 51, und ganz entschieden in seinen Beiträgen zu der Lehre von den Gängen, S. 68. Mit ihm stimmen auch neuere Forscher überein, wie z. B. v. Groddeck in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Band 18, 1866, S. 723 f.

**) Vergl. im ersten Bande die Anmerkung S. 366.

andere dieser Spalten an irgend einer Schichtungsfuge absetzte und, unter einem rechten Winkel umbiegend, in dieser vielleicht etwas aufgelüfteten Schichtungsfuge weiter lief, bis sie nach mehr oder weniger weitem Verlaufe wieder in ihre anfängliche Richtung zurücksprang, wobei sie möglicherweise eine verticale Absonderungskluft benutzte.

Ebenso wird in einem verticalen oder doch stark geneigten Schichtensystem die Aufspaltung oft am leichtesten längs einer oder der anderen Schichtungsfuge, oder auch innerhalb gewisser, mehr oder weniger zersetzter und aufgelöster, daher gebrächer und weicher Schichten erfolgt sein, weil der Zusammenhang des Ganzen längs jener Fugen oder dieser Schichten geringer war, und also auch leichter aufgehoben werden konnte.

Noch häufiger kamen dergleichen Ablenkungen dort vor, wo in einem und demselben Territorio entweder gleichzeitig oder successive Spalten von verschiedenen Richtungen gebildet wurden. Da wird es oftmals vorgekommen sein, dass eine Spalte, welche der einen Richtung angehörte, bei ihrem Eintritte in eine Spalte der anderen Richtung nicht schnurstracks gerade hindurchsetzte, sondern, gleichsam seitwärts ausweichend, an irgend einem mehr oder weniger weit abliegenden Puncte in ihrer Richtung weiter fortsetzte, so dass sie einen doppelt knieförmigen Verlauf erhielt, in welchem das Mittelstück zwischen beiden Knieen der älteren Spalte angehört.

Gebirgsarten jeden Alters, sagte Sedgwick *), können eine Tendenz besitzen, leichter nach einer Richtung sich trennen zu lassen, als nach der anderen, und daher kann ein System von Absonderungen (Spalten), wiewohl nur aus einer mechanischen Einwirkung hervorgegangen, dennoch in Bezug auf seine Richtung durch ein Structurverhältniss bestimmt worden sein, welches seine Entstehung einer ganz anderen Ursache zu verdanken hat.

Sehr gute Betrachtungen über Spaltenbildung giebt Grimm in seinem Werke: die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, S. 98 bis 102. Wenn wir bedenken, sagt er, dass die Gebirge in der Regel aus verschiedenen Gesteinsarten bestehen, die in Bezug auf inneren Bestand und Structur, auf Festigkeit, Zähigkeit und Zersprengbarkeit sich sehr ungleich verhalten, die von Schichtungsfugen, Absonderungsflächen und anderen Klüften durchzogen werden, so können wir es wohl begreifen, dass sich die spaltende Kraft, je nach der Richtung, Stärke und Dauer ihrer Wirksamkeit, und nach der Grösse des Widerstandes sehr verschieden äussern konnte und musste, weshalb sich denn auch die Gebirgsspalten nach ihrer Länge, Tiefe und Weite, nach ihrer Form und Lage sehr ungleich ausgebildet haben werden. — Bei jedem Eintritte in eine anders beschaffene Gebirgsmasse, bei jeder Begegnung von Schichtungsfugen oder Absonderungsklüften waren auch andere Widerstände zu überwinden, und Umstände geboten, welche eine Ablenkung der Kraft von ihrer anfänglichen Richtung veranlassen konnten. — Wenn eine Spalte in einer schräg vorliegenden Gebirgsmasse zu grossen Widerstand findet, so weicht sie auf einer Schichtungsfuge von ihrer anfänglichen Richtung ab bis zu einem Puncte, wo ihr geringere Widerstände entgegen treten, und sie in jener Richtung fortsetzen kann; und wenn ältere aber noch unausgefüllte Spalten vorhanden sind, so werden für die neu aufgerissenen Spalten ganz

*) In seiner Abhandlung über die Structur der Gebirgsmassen; übers. in Karstens und v. Dechens Archiv, B. 10, 1837, S. 619.

ähnliche Ablenkungen eintreten *). Prof. Vogelsang beschreibt ein Experiment, welches im kleinsten Maassstabe zur Erläuterung solcher Ablenkungen dienen kann; im Neuen Jahrb. für Min. 1863, S. 45.

Eine bei der Spaltenbildung sehr häufig vorkommende Erscheinung ist die Zerschlagung oder Zertrümmerung der Hauptspalte in mehre Seitenspalten oder Trümer, gleichsam eine Verästelung und Verzweigung der Hauptspalte, welche bald an irgend einem Puncte ihres Verlaufes, bald aber und besonders gegen das Ende desselben eintritt, wo sich oft an der Stelle der einen Hauptspalte mehre schmälere, in ihrer Richtung nur wenig divergirende und schliesslich auskeilende Spalten vorfinden.

Hieran schliesst sich die nicht minder häufig vorkommende Erscheinung, dass viele, mehr oder weniger unregelmässig, aber doch ungefähr parallel verlaufende Spalten nahe bei einander zur Ausbildung gelangt, und durch kleinere Seitenspalten in schräger oder auch querer Richtung mit einander verbunden sind, so dass ein förmliches Netz von Spalten entsteht, dessen meist langgezogene Maschen von unregelmässig keil- oder linsenförmig gestalteten Körpern des Nebengesteins erfüllt werden.

Noch ist in Betreff der Form und Ausdehnung der Spaltenwände die allgemeine Bemerkung hervorzuheben, dass solche zwar bisweilen ganz ebenflächig ausgedehnt sind, in welchem Falle der Spaltenraum einen ziemlich regelmässigen Parallelraum, und die etwaige Ausfüllung desselben eine dergleichen Parallelmasse darstellt; dass sie aber auch häufig mehr oder weniger bedeutende Biegungen und Undulationen, oder ein- und ausspringende, wenn auch gewöhnlich sehr stumpfe Winkel bilden, wodurch denn die Regelmässigkeit des Spaltenraumes sehr beeinträchtigt wird, und besonders dann, wenn die Spaltung mit Dislocationen verbunden war, die auffallendsten Wechsel in der Weite oder Mächtigkeit des Spaltenraumes verursacht werden mussten.

Was die oben S. 508 erwähnten höhlenartigen Bildungsräume betrifft, an welche sich trichterförmige, kesselförmige, rachelförmige und andere anschliessen, so pflegen dergleichen Räume sehr unregelmässige Ausfüllungen zu beherbergen, welche namentlich aus Bohnerz, Sand und Letten bestehen, und bereits im §. 180 betrachtet worden sind. Manche sogenannte Stockwerke sind nur unregelmässig gestaltete und ungeschichtete Gesteinsmassen, welche mit Erzen imprägnirt sind; ein ausgezeichnetes Beispiel liefert das Zinnstockwerk von Altenberg in Sachsen.

## §. 526. *Sogenannte Ausscheidungs-Gänge.*

Indem wir jetzt von der Betrachtung der Bildungsräume der gangartigen Gebilde zu der Betrachtung der innerhalb dieser Räume entstandenen Mineral-Aggregate übergehen, haben wir zuvörderst die sogenannten gleichzeitigen Gänge oder Ausscheidungs-Trümer zu berücksichtigen.

Manche sehr achtbare Geologen hatten freilich die Ansicht, dass alle Gänge gleichzeitig mit dem sie einschliessenden Nebengesteine gebildet worden

* Aehnliche Bemerkungen gab Grimm in seiner Abhandlung über Gangablenkungen, in der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 14 Jahrg. 1866, S. 121 ff

ien *); welche Ansicht jedoch vor einer genauen Prüfung nicht bestehen kann, eshalb wir sie auch nicht weiter beachten werden. Dennoch aber finden wir, ss andere Geologen, welche die meisten Gänge als spätere Spalten-Ausllungen betrachten, noch gewisse gangartige Gebilde unter dem Namen von leichzeitigen Gängen aufführen. Indessen dürfte es richtiger sein, dieelben als Ausscheidungs-Trümer zu bezeichnen, weil für sie eine vorausegangene Spaltenbildung mit Recht angenommen werden kann, während sie ich durch die Kleinheit ihrer Dimensionen von den eigentlichen Gängen unterscheiden; will man sie überhaupt noch Gänge nennen, so möchten sie wenigtens als blose Rissgänge von den grösseren Spaltengängen unterschieden werden.

Es gehören nämlich hierher diejenigen gangartigen Gebilde, welche sich in Contractionsspalten (S. 509), und zwar theils während, theils bald nach der Festwerdung der sie einschliessenden Gesteine durch Ausscheidung oder Ausschwitzung aus deren Masse gebildet haben. Daher sind es meist kurze und schmale, oft unregelmässig gekrümmte Trümer, welche aber bisweilen in grosser Anzahl das Gestein durchschwärmen und selbiges wie mit einem Netze durchflechten, indem sie sich gegenseitig kreuzen und anastomosiren. Das Wort Adern, welches wie A. v. Weissenbach bemerkte, nur allegorisch die Erscheinung der Querschnitte dieser Trümer ausdrückt, dürfte für sie noch am ehesten seine Anwendung finden, für grössere Gänge aber zu vermeiden sein.

Wir finden in ihnen eine abermalige Bestätigung der oben S. 463 erwähnten Bemerkung, dass gewisse Erscheinungen der Gebirgswelt in jeglichem Maassstabe vorkommen und ihrer Grösse nach sehr verschieden sein können, während sie doch ihrer Bildungsweise nach gleichartig sind. Denn in der That ist jedes Quarztrum im Kieselschiefer, jedes Kalkspathtrum im Marmor, ja sogar jeder auf Querklüften eines Gesteines gebildeter Anflug ebensowohl als ein gangartiges Gebilde zu betrachten, wie ein mächtiger oder weit fortsetzender Gesteinsgang oder Erzgang.

»Von den schmalsten Klüften bis zu den mächtigsten Gängen findet ein so ununterbrochener Uebergang Statt, dass es ganz unmöglich ist, eine wahre und scharfe Gränze zu ziehen«, sagte Werner in §. 42 seiner Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge; und denselben Gedanken, dass von haarfeinen Klüften bis zu vollständigen Gängen ununterbrochene Uebergänge zu verfolgen, und dass beide Erscheinungen ihrem Wesen nach sehr nahe verwandt sind, entwickelte Charpentier ausführlich in seinen Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze, 1799, S. 38 ff.

Die Benennung gleichzeitige Gänge (*contemporaneous veins*) wurde besonders in England, von Jameson, Boase, Carne und Anderen zum Theil noch in weiterem Sinne gebraucht, und Carne hob es hervor, dass sie sich von den wahren Gängen (*true veins*) durch ihre Kürze, ihre öftere Krümmung und Unregelmässigkeit, sowie durch die Aehnlichkeit ihrer Substanz mit jener des Nebengesteines

---

*) Wie z. B. Boase und Henwood in Cornwall, wo überhaupt diese Ansicht bei den Bergleuten früher ganz allgemein galt; Mohs und Ostmann in Teutschland; la Metherie und Breislak in Frankreich und Italien.

unterscheiden, ausserdem aber sich gegenseitig weder durchsetzen noch v werfen *). Dagegen bestritt De la Beche die Hypothese einer gleichzeitigen A bildung dieser Trümer mit ihrem Nebengesteine, während Segdwick dieselben *veins of segregation* von den eigentlichen Spaltengängen (*veins of fissure*) unt schied. Auch Whitney nannte sie *segregated veins*, im Gegensatz zu den *true vei* wenn er aber meint, dass sie keine präexistirenden Spalten zu erfüllen schein so dürfte dies ebenso wenig gerechtfertigt sein, wie wenn er den Erzstock Rammelsberges als ein sehr ausgezeichnetes Beispiel eines Ausscheidungsgan anführt **).

Fournet bemerkte ausdrücklich, dass diese in Contractionsspalten entsta denen gangartigen Gebilde nur als Adern oder ganz kleine Gänge erschein welche niemals aus dem Gesteine heraustreten, in dem sie gebildet wurden, u in der Regel aus Substanzen bestehen, welche aus diesem Nebengesteine de virt werden können. Weiterhin führt er sie als diejenige Abtheilung von gan artigen Gebilden auf, welche während der Bildung des Nebengesteines du direct aus diesem stammende Substanzen gebildet wurden, und nennt auch wiederholt gleichzeitige Gänge.

Um die Ausscheidung ihres Materiales aus dem Nebengesteine und zugle eine andere bisweilen vorkommende Thatsache zu erläutern, erinnert er an Erscheinung, dass sich aus dem nassen Erdboden beim Gefrieren Platten v faserigem Eise ausscheiden, welche dünne Erdlagen vor sich in die Höhe treib oft zu mehren über einander vorkommen, so dass immer abwechselnd Eisplatt und dünne Erdlagen mit einander verbunden sind, und das Ganze wohl zw bis drei Fuss mächtig werden kann; diese Erscheinung, welche in der Auver mit dem Namen *herbe de glace* bezeichnet wird, sei sehr gut geeignet, um Entstehung der Fasergypstrümer mit den ihnen oft eingeschalteten Thonlamel zu erklären. Aehnliches beobachtete er an Aesten von faulem Holze, welche s bei dem Gefrieren des von ihnen eingesaugten Wassers mit einer dicken Ri von faserigem Eise bedeckten; hier hat offenbar das Wasser vor seiner Erst rung die zuerst gebildeten Eistheilchen vor sich hinausgedrängt, und so weit bis endlich die nadelförmigen Individuen so lang wurden, und die Bildung Ziel erreicht hatte ***).

Ebenso mögen die in den Thonen und Mergeln verschiedener Formatior vorkommenden faserigen Gypstrümer entstanden sein, indem diese Gesteine einer Gypssolution getränkt waren, aus welcher der Gyps im Laufe der Zeit den Wänden der Contractionsspalten als Fasergyps heraus krystallisirte. Da wurde natürlich jedes Trum in zwei einander correspondirend Hälften ausgebildet, welche sich in der Medianfläche der Spalte begegnet wo sie oftmals einen gegenseitigen Druck ausgeübt haben, durch welchen

*) *Trans. of the royal geol. soc. of Cornwall, vol. II, p. 52.*

**) Whitney in seinem Werke: *The metallic wealth of the united states*, Philadelphia, 18 S. 45 f.

***) Fournet, im *Traité de Geognosie par A. Burat, t. III, p. 415—422*; auch erinn er p. 437 daran, dass der in alten Bergwerksräumen sich bildende fasrige Vitriol biswei gleichfalls Schieferblätter abhebt.

psfasern eine Stauchung und Umbiegung erlitten; auch ist in der Mitte bis-
eilen eine dünne, abgedrängte Lamelle von Thon eingeschlossen. Auf ähnliche
eise haben sich wohl auch die Trümer von Faserkalk, von faserigem Aragonit,
n dergleichen Steinsalz, von Chrysotil u. s. w. innerhalb derjenigen Gesteine
rch Ausscheidung gebildet, auf deren Klüften sie vorkommen.

A. v. Weissenbach hat sich mit diesen Ausscheidungstrümern sehr ein-
hend beschäftigt, und manche treffliche Beobachtung über sie mitgetheilt*).
i Besprechung der Fasertrümer gedenkt er gleichfalls der faserigen Eisbildung
s feuchtem Erdboden, und knüpft daran eine Betrachtung analoger Erschei-
ngen, wobei jedoch faserige Trümer und faserige Lagen ohne Unterschied
rücksichtigt werden, weshalb denn auch die, in zwei einander correspon-
renden Lagen begründete bilateral-symmetrische Structur nicht
hörig hervorgehoben wird, obgleich dieselbe eine den Ausscheidungstrümern
t allgemein zukommende Eigenschaft ist, welche sie eben als gangartige Ge-
de charakterisirt. Bei stängeliger oder faseriger Textur der Trümer giebt sich
, beide Lagen trennende Medianfläche meist sehr deutlich zu erkennen;
die Textur sehr feinfaserig, wie z. B. bei den Chrysotil-Trümern im Ser-
ntine, da bemerkt man wenigstens in der Mitte eine den Seitenrändern par-
ele Linie, welche am Lichtreflexe als der Durchschnitt oder Ausstrich einer
dianen Trennungsfläche erkannt wird**).

Die in den Grauwacken und Grauwackenschiefern, im Thonschiefer, Kiesel-
hiefer, Lydite und Quarzite so häufig vorkommenden sogenannten Quarz-
lern, sowie die aus Chalcedon, Quarz und Amethyst bestehenden Trümer
r Porphyre und Melaphyre werden gleichfalls als Ausscheidungstrümer be-
chtet, indem die sie bildende Kieselsäure unmittelbar aus dem Nebengesteine
liefert worden sein dürfte. Wenn sie deutlich krystallisirt sind, so lassen sie
e bilaterale Symmetrie ihrer Structur recht gut erkennen, indem von beiden
iten her die Krystallspitzen stets nach Innen gewendet sind, auch wohl in der
tte eine drusige Cavität geöffnet bleibt; die Achattrümer aber, deren Bildung
t mit vielen Chalcedonlagen eröffnet wurde, verrathen schon in der beiderseits
ereinstimmenden Aufeinanderfolge derselben die vollkommen symmetrische
sbildung.

Dass die Quarzadern der Grauwacke wirklich durch Ausfüllung kleiner
palten gebildet wurden, diess ist freilich von Ostmann geläugnet worden,
elcher behauptete, kein Unbefangener werde daran zweifeln, dass sie gleich-
eitig mit dem Nebengesteine entstanden sind; nicht einmal den Beweis
ollte er gelten lassen, welcher in der Thatsache gegeben ist, dass diese Quarz-

---

*) In v. Cotta's Gangstudien, Heft I, 1847, S. 38 bis 69.

**) Wie Beudant bei der Beschreibung der Chrysotiltrümer im Serpentine von Dob-
hau bemerkt, indem er hinzusetzt: *cette circonstance nous conduit à reconnaître, que ces
ines se sont remplies par une exsudation des deux parois de la roche, d'où il est résulté
ux plans d'excroissance, qui se sont joints vers le milieu de la fissure. Voyage min. et géol. en
ongrie, t. II*, 1822, p. 97.

Quarzadern oftmals quer durch Muschelabdrücke hindurchsetzen; worauf de L. Schmidt eine schlagende Widerlegung brachte.

Ostmann, in Karstens Archiv, B. 5, 1822, S. 58 f., und L. Schmidt, eb daselbst, B. 6, 1823, S. 74. Der Letztere hob es hervor, dass in einer Gr wackenschicht am Kaisersteimel zahllose Abdrücke und Steinkerne von Musch (*Spirifer speciosus*) von dergleichen Quarzadern stetig durchsetzt werden, wor denn nothwendig folge, dass die Schalen dieser Thiere noch vorhanden war als sie zugleich mit der sie umhüllenden und ausfüllenden Grauwacke von Spal durchrissen wurden, welche dann der Quarz ausfüllte, worauf erst später kalkige Masse der Schalen aufgelöst und entfernt wurde. Dieselbe Thatsache mac später v. Dechen gegen Henwood geltend, welcher gleichfalls die Spaltennatur a Gänge abläugnete. Karstens Archiv, B. 10, 1837, S. 565.

Was von den Quarzadern, das gilt auch von den Kalkspathadei welche so häufig in den dichten Kalksteinen, und besonders auffallend gewissen Marmor-Arten zu beobachten sind, die sie bisweilen nach allen Ri tungen so zahlreich durchschwärmen, dass man endlich nur eckige Fragme des Marmors sieht, welche von ihnen umschlossen werden, und dass das ga Gestein wie eine Breccie erscheint. In solchen Fällen anastomosiren diese Trür mit einander, oder sie kreuzen und durchsetzen sich, und lassen wohl a kleine Verwerfungen oder Ablenkungen erkennen, so dass sich im Klei manche von denjenigen Erscheinungen wiederholen, welche uns die eigentlic Gänge im grossen und grössten Maassstabe zeigen. Eine bilateral-symmetris Zusammensetzung ist auch bei diesen Kalkspathtrümern oftmals recht deutl wahrzunehmen; dabei sind sie mit ihrem Nebengesteine so innig verwachs dass sie sich niemals von ihm ablösen lassen, und dass der Zusammenhalt aus dem ganzen Gesteine hergestellten Marmorplatten durchaus nicht gest wird *).

Die in den Spaltennetzen der sogenannten Septarien, oder der n innen zerborstenen ellipsoidischen Concretionen von Pelosiderit, Mergel u Kalkstein vorkommenden Ausfüllungen mit Kalkspath, Braunspath und ande Mineralien liefern sehr auffallende und lehrreiche Beispiele von Ausscheidun trümern, welche uns bisweilen durch eine mehrfache lagenweise Structur u durch das Vorkommen von Eisenkies, Zinkblende oder Bleiglanz die Erschein mancher Erzgänge im kleinsten Maassstabe vorführen. Da die Zerberstun spalten der Septarien nach aussen hin verschwinden und niemals die Oberflä erreichen, welche sich stets vollkommen geschlossen und compact erweist, so bei ihnen an eine Stoffzuführung von aussen her nicht zu denken; vielm liefern uns diese krystallinischen Trümer der Septarien einen unwiderleglic Beweis dafür, dass das Ausfüllungsmaterial ihrer Spalten aus ihrer eigenen Ma ausgeschieden worden ist.

Gleichwie v. Weissenbach es hervorhob, dass die innere Zerberstung der S tarien niemals bis an deren Oberfläche fortsetzt, so geschah dies auch früher Hutton, welcher wohl auch darin Recht haben mag, wenn er sagt, dass die B dung der Klüfte und die Ausfüllung derselben *pari passu*, also gleichzei

*) Vergl. A. v. Weissenbach, in den Gangstudien, Heft I, S. 61 ff.

erfolgten *). *Theory of the earth*, 1795, *vol. I*, *p.* 83. Die Bilder, welche er von solchen Septarien giebt, sind besser als dasjenige, welches Faujas-Saint-Fond in seinem Werke: *Voyage en Angleterre, en Ecosse etc. t. I*, 1797, *p.* 224 mittheilte, werden aber von demjenigen übertroffen, welches v. Weissenbach im ersten Hefte von Band I der Gangstudien, 1847, Taf. III, Fig. 7 und 8 gegeben hat.

Alle die bisher betrachteten Ausscheidungstrümer waren ursprünglich vollständig von ihrem Nebengesteine umschlossen, haben also ihr Material nicht von aussen her bezogen, sondern aus diesem Gesteine selbst, im Zustande wässeriger Lösung, gleichsam durch Ausschwitzung erhalten. Es sind diejenigen krystallinischen, dünn-plattenförmigen gangartigen Gebilde, für welche Playfair den Namen Lenticulargänge in Vorschlag brachte**).

Ob aber gewisse Granitgänge im Granite ebenfalls als Ausscheidungsgänge zu betrachten sind, wie Carne, Fournet, v. Weissenbach und Andere glauben, diess dürfte noch problematisch sein. Carne erklärt zwar viele solcher Gänge für gleichzeitig mit ihrem Nebengesteine, giebt aber doch von einigen derselben solche Eigenschaften an, welche den von ihm selbst aufgestellten Merkmalen der gleichzeitigen Ausbildung nicht entsprechen, während er von anderen sagt, sie seien so gerade und regelmässig verlaufend, hätten so deutliche Salbänder und lösten sich so leicht vom Nebengesteine ab, dass er sie für *true veins* halten möchte***). A. v. Weissenbach führt dergleichen Bildungen als plutonische Ausscheidungsgänge auf; er rechnet dahin einestheils die vorwaltend aus krystallinischem Feldspathe bestehenden Trümer und Nester im Granite, Syenite und Granulite, anderntheils die in Contractions-Spalten gebildeten grobkörnigen Granitgänge, indem er jene mehr als Concretionsbildungen, diese als Ausscheidungen aus den Spaltenwänden der eben erstarrten Gebirgsmasse betrachtet. Zu den merkwürdigsten und schönsten Vorkommnissen von Ausscheidungsgängen aus plutonischen Gesteinsmassen gehören nach v. Weissenbach die bekannten sogenannten Stockscheider der Granitmassen von Geyer und Aue im sächsischen Erzgebirge, welche jedoch wohl anders zu deuten sein dürften †). Dagegen liefern die merkwürdigen Zinnerz-Lagerstätten von Zinnwald ganz ausgezeichnete Beispiele von Lenticulargängen, jedoch in so grossem Maassstabe, dass wir sie nicht füglich mit den bisher betrachteten kurzen und schmalen Ausscheidungstrümern vereinigen können, sondern schon zu den eigentlichen Erzgängen rechnen müssen.

---

*) Dagegen verfiel er in den grossen Irrthum, diese Sphärosiderit-Nieren (sowie die Flintknollen der Kreide, die Achatmandeln und vieles Andere) aus dem geschmolzenen Zustande hervorgehen zu lassen; was um so auffallender ist, weil er übrigens, wie später Lyell, bemüht war, alle Erscheinungen auf noch jetzt wirkende Ursachen zurückzuführen.

**) Playfair, *Explication sur la théorie de la terre de Hutton*; übersetzt von Basset, p. 165; das englische Original erschien 1802. Oscar Lieber schlug für ähnliche, jedoch weit mächtigere Bildungen den Namen de parietale Gänge vor, um auszudrücken, dass sie durch Secretion aus den Seitenwänden der Spalte gebildet wurden. Gangstudien, Band III, 1860, S. 416.

***) *Transactions of the roy. geol. soc. of Cornwall, vol. II*, 1822, *p.* 55.

†) A. v. Weissenbach a. a. O. S. 39 ff.

§. 527. *Gänge in der engeren und gewöhnlichen Bedeutung des Wortes.*

Die im vorhergehenden Paragraphen betrachteten gangartigen Gebilde können nicht füglich als eigentliche Gänge bezeichnet werden, weil sie sich nur in kurzen und schmalen Contractions-Klüften des Nebengesteins, und durch Ausscheidung oder Zuführung solcher Stoffe gebildet haben, welche unmittelbar aus diesem Nebengesteine stammen. Denn was der Bergmann wie der Geognost einen Gang nennt, dass setzt allemal schon grössere Spalten, sowie eine von dem Nebengesteine verschiedene und unabhängige Ausfüllung voraus. Eine scharfe Gränze zwischen den Ausscheidungs-Trümern und den grösseren Spaltengängen lässt sich freilich nicht ziehen; beide sind sehr nahe mit einander verwandt und werden durch stetige Uebergänge mit einander in Verbindung gebracht; dennoch aber muss man sie unterscheiden.

Diese Nothwendigkeit haben auch schon ältere Geologen empfunden. So unterschied Hutton die kleineren *veins of contraction*, und die *more general veins* oder *great veins* als zwei ganz verschiedene Arten von Gängen (*Theory of the Earth*, 1795, *vol. I, p.* 132 ff.). Auch Playfair, der geistreiche Interpret der Huttonschen Theorie, erklärte sehr bestimmt, man müsse die gänzlich im Gesteine eingeschlossenen, schmalen plattenförmigen Gebilde, obgleich sie gewöhnlich auch Gänge (*veins*) genannt würden, von den eigentlichen Gängen unterscheiden, da beide auf ganz verschiedene Weise entstanden seien (*Explication sur la théorie de Hutton*, französisch von Basset, p. 165). Carne, welcher so viele Gänge Cornwalls genau studirt hatte *), anerkannte gleichfalls (wie schon oben erwähnt) den Unterschied zwischen *contemporaneous* und *true veins*, gab jedoch zu, dass beide Arten oft sehr schwer zu unterscheiden seien, weshalb er noch eine Mittelclasse von zweifelhafter Natur einschaltete.

Fragen wir nun, wie der Begriff »Gang« von denjenigen Männern der Wissenschaft aufgefasst worden ist, welche sich aus Neigung und Beruf am meisten mit diesem Gegenstande der Gebirgswelt beschäftigt haben, so erhalten wir im Allgemeinen sehr übereinstimmende Antworten, die sich meist auf den Begriff ausgefüllter Spalten zurückführen lassen. Diess ist schon der Fall mit Agricola, Balthasar Rösler, v. Oppel, Wallerius, Torbern Bergmann, Delius, Gerhard und Lasius **).

Ein paar ausgezeichnete Kenner der Erzgänge, nämlich Charpentier und Freiesleben, sprachen sich jedoch in dieser Hinsicht etwas skeptisch aus. Charpentier sagte in seiner Mineralogischen Geographie der kursächsischen Lande (1778, S. 87): »Dasjenige heisst ein Gang, wo es das Ansehen hat, »als wäre eine die Lager und Bänke des Gesteins durchschneidende Spaltung »entstanden, und diese hernach mit einer besonderen, von der Gesteinsart des

---

*) Humphry Davy erklärte, Cornwall sei κατ' ἐξοχήν als das Land der Gänge zu betrachten; und Hawkins behauptete, dass Cornwall reicher an Erzgängen sei, als irgend ein anderes gleich grosses Land in Europa, und dass die Verhältnisse derselben nirgends bestimmter ausgeprägt und leichter zu beobachten seien, als dort.

**) Auch J. A. de Luc gab die Definition: *un filon est une fente dans la montagne naturelle, comblée de matière étrangère; in Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre, t. IV*, 1779, *p.* 611.

»Gebirges verschiedenen Masse ausgefüllt worden«. Dabei erklärte er in einer Anmerkung diese Definition für mangelhaft, weil sie kein Substantiv enthalte; eine offen gewesene Spalte wolle er nicht sagen, weil diess hypothetisch und blos ein Bild sei; denn bei einer Erklärung solle man sagen, was die Sache ist, und nicht was sie sein möge. Er war nämlich damals ein Gegner der Ansicht, dass sich die Gänge in Spalten gebildet haben. In seinem, 21 Jahre später erschienenen Werke: Beobachtungen über die Lagerstätte der Erze (1799, S. 37) gesteht er jedoch, was er im Jahre 1778 über diesen Gegenstand geschrieben habe, das leiste ihm nicht mehr Genüge, und giebt S. 42 die Erklärung: »im Erzgebirge versteht der Bergmann unter dem Worte Gang eine solche Lagerstätte des Erzes, welche die Gesteinsschichten unter einem gewissen Winkel durchschneidet«, was er S. 60 bestätigt, indem er sagt: die Gänge unterscheiden sich von allen anderen Lagerstätten, denn »sie durchschneiden die Schichten des Gebirgsgesteins«, wie er schon früher dasselbe gesagt hatte. Ungeachtet dieses Zugeständnisses erklärte Freiesleben, unter Bezugnahme auf jene ältere Begriffsbestimmung Charpentier's, im Jahre 1800 *): »Eine Definition lässt sich zur Zeit von jenen besonderen Lagerstätten, die wir Gänge nennen, noch nicht geben«. Ja, noch im Jahre 1843 bemerkte er: »dass es an einer scharfen Bestimmung des Begriffes Gang noch zu mangeln scheint, indem man in neuerer Zeit gar Manches zu den Gängen rechnet, was nicht dazu gehört.« Die sächsischen Erzgänge, in einer vorläufigen Aufstellung u. s. w. von J. C. Freiesleben, 1843, S. V.

Im Jahre 1791 trat Werner mit seiner neuen Theorie von der Entstehung der Gänge auf, welche in §. 2 mit der Definition beginnt: Gänge sind plattenförmige Lagerstätten der Fossilien, welche fast**) immer die Schichten des Gesteins durchschneiden, und insofern eine von diesen verschiedene Lage haben, auch mit einer von der Gebirgsart mehr oder weniger verschiedenen Masse angefüllt sind. Derselbe Paragraph schliesst aber mit der Erklärung: Noch genauer bestimmt man die Gänge, wenn man sagt, dass sie im Gebirge entstandene Spalten sind, die sich mit mancherlei, von der Gebirgsmasse mehr oder weniger verschiedenen Fossilien erfüllt haben. An diese zweite Definition müssen wir uns wohl halten, weil sie uns den genauesten Ausdruck dessen giebt, was Werner unter einem Gange verstanden wissen wollte. Unter seinen Vorgängern rühmt er besonders v. Oppel, welcher in seiner Anleitung zur Markscheidekunst erst Ritze und schmale Klüfte erwähnt, und dann sagt: ein Gang hingegen ist ein im Gebirge sich weit ausbreitender Ritz und eine Trennung des Gesteins, welche mit einem von dem Gebirge verschiedenen Gesteine angefüllt ist.

*) In v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Huttenkunde, B. IV, Heft 2, S. 5.

**) Das Wörtchen fast war nothwendig wegen des bisweiligen Vorkommens von Gängen, welche den Schichten parallel sind; auch ist die Bezeichnung der Masse als einer mehr oder weniger verschiedenen ganz richtig, denn ein Barytgang im Granit ist von diesem weit verschiedener, als ein Granitgang.

Playfair erklärte die Gänge überhaupt für Spalten im Gebirgsgesteine von einer gewissen Breite, aber von indefiniter Länge und Tiefe, welche vom Gesteine selbst verschiedene Mineralien enthalten. Ebenso sagte Carne: unter einem wahren Gange verstehe ich die Mineral-Ausfüllung einer verticalen oder geneigten, fast geradlinig fortlaufenden Spalte von indefiniter Länge und Tiefe *).

A. v. Weissenbach bemerkte ganz richtig, es sei sehr schwer, den Begriff von Gängen und gangartigen Gebilden überhaupt in einer von der genetischen Erklärung ganz absehenden Weise scharf festzustellen. Er definirt die Gänge als plattenförmige, von dem Gebirgsgesteine, welchem sie eingeschaltet sind, sich substantiell unterscheidende Mineralmassen, mit Merkmalen einer secundären Bildung, d. h. einer neueren Entstehung in Spaltenräumen.

Vogelsang gab die Definition: Gänge sind untergeordnete Gebirgsglieder, welche durch ihre Substanz oder Ausdehnung eine selbständige, von der Ablagerung der einschliessenden Gebirgsmassen unabhängigen Entstehung beurkunden **).

B. v. Cotta sagte kurz und gut: »Gänge sind Ausfüllungen von Spalten; das ist die beste Definition, die man von ihnen geben kann, obwohl sie eine Beurtheilung ihrer Entstehungsweise voraussetzt; sie gründet sich auf die erkannte Bildungsweise, oder besser gesagt, man nennt mit Recht nur solche Lagerstätten Gänge, welche sich als Spaltenausfüllungen darstellen«. Grimm erklärt endlich die Gänge für Gebirgsspalten, welche ganz oder zum Theil mit Mineralien ausgefüllt sind ***).

Die mit wenig Ausnahmen hervortretende Uebereinstimmung so vieler ausgezeichneter Beobachter berechtigt uns wohl, den Begriff von Gängen in der Hauptsache gleichfalls auf Spalten-Ausfüllungen zurückzuführen. Um sie jedoch von den Ausscheidungstrümern zu unterscheiden, dürften noch zwei Merkmale einzuschalten sein, welche sich auf die weit bedeutendere Grösse der Spalten, und auf die meist wesentliche Verschiedenheit ihres Ausfüllungsmaterials von dem Nebengesteine beziehen. Das erste dieser Merkmale ist schon in den Definitionen v. Oppel's, Playfair's und Carne's, das zweite in den meisten der angeführten Definitionen enthalten. Demnach erhalten wir denn für die Gänge in der engeren Bedeutung des Wortes etwa folgende Definition: Gänge sind Spalten im Gebirgsgesteine von bedeutender, aber indefiniter Ausdehnung, welche mit irgendwelchen, von diesem Gesteine mehr oder weniger verschiedenen Mineralmassen erfüllt sind.

---

*) *Explication sur la théorie etc. p.* 150; und Carne, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall, vol. II, p.* 51.

**) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1868, S. 30.

***) B. v. Cotta, in der Lehre von den Erzlagerstätten, I, zweite Aufl. 1859, S. 102, und in der Geologie der Gegenwart, dritte Aufl. 1872, S. 151. Grimm, in seinem Werke, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, 1869, S. 97.

Die von Charpentier aufgestellte Regel, dass man in einer Definition sagen solle, was die Sache ist, und nicht, was sie sein könne, scheint mir in vorliegendem Falle vollkommen erfüllt zu sein, weil sich die wirkliche Spalten-Natur bei den meisten Gängen so augenscheinlich und handgreiflich zu erkennen giebt, dass ein unbefangener Beobachter sie gar nicht bezweifeln kann, vielmehr unbedingt erklären muss: was ich hier vor mir sehe, das ist eine Spaltenausfüllung. Dass aber die Genesis eines Dinges in seiner Definition mit zum Ausdrucke gebracht wird, diess scheint weder nachtheilig noch fehlerhaft zu sein. Das Merkmal der plattenförmigen Gestalt glaubten wir vermeiden zu müssen, weil es in vielen Fällen gar nicht zutrifft.

Da die in geschichteten Gesteinen aufsetzenden Gangspalten gewöhnlich die Schichten des Nebengesteins durchschneiden, so wird dieses Merkmal allerdings bei den meisten Gängen zutreffen, welche daher an jeder Stelle ihres Verlaufes die durchgreifende Lagerung und die abnormen Verbandverhältnisse erkennen lassen, die im ersten Bande S. 879 als Merkmale der gangartigen Gebirgsglieder aufgeführt worden sind. Allein nicht selten hat sich die Spaltung mehr oder weniger weit längs einer Schichtungsfuge fortgesetzt, welche dadurch zum Aufklaffen gelangte, und ihr Ausfüllungs-Material in der entsprechenden Ausdehnung als ein Lager erscheinen lässt; solche Gänge oder Gangtheile sind es, welche man Lagergänge (*filons-couches*) genannt hat. Wurde die Spalte längs der Contactfläche zweier verschiedener Gebirgsformationen aufgerissen und dann ausgefüllt, so entstand ein sogenannter Contactgang, welcher oft nur auf eine gewisse Strecke als solcher erscheint, indem dieselbe Spalte weiterhin die Contactfläche verliess, und innerhalb einer der beiden Formationen ihre Fortsetzung fand.

Sehr weite und verhältnissmässig kurze Spalten lieferten die Bildungsräume für diejenigen gangartigen Gebirgsglieder, welche man stehende Stöcke oder auch Gangstöcke genannt hat, im Gegensatze zu den liegenden Stöcken oder Lagerstöcken. Doch bedient man sich auch des Wortes Stock zur Bezeichnung ganz unregelmässig gestalteter Lagerstätten von gangartiger Natur*). Endlich sind noch als seltenere Vorkommnisse die grösseren Lenticulargänge zu erwähnen, d. h. die nach Art der kleineren Ausscheidungstrümer mitten im Gesteine eingeschlossenen, flach linsenförmigen gangartigen Gebilde, welche sich durch ihre bedeutenderen Dimensionen an die eigentlichen Gänge anschliessen**). Und hiermit dürften die wichtigsten allgemeinen räumlichen Verschiedenheiten der Gänge zur Erwähnung gebracht sein.

Auf ähnliche Weise wie die Lager werden auch die Gänge nach der ver-

*) Vergl. oben S. 462; auch B. v. Cotta, Lehre von den Erzlagerstätten, 2. Aufl., I, S. 191, und Grimm, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, S. 159.

**) Diesen Lenticulargängen einigermaassen verwandt sind diejenigen Bildungen, welche in manchen Gegenden der österreichischen Alpen Blätter genannt werden, und gewöhnlich als erzführende Ausfüllungen verticaler oder doch sehr steiler Klüfte erscheinen, welche in der Mitte und zumal da, wo sie die mit ihnen in Verbindung stehenden Erzlager erreichen oder schneiden, am mächtigsten sind, von dort aus aber aufwärts und abwärts allmälig schwächer werden, bis sie sich endlich auskeilen. Vergl. Grimm, a. a. O. S. 174.

schiedenen Art ihres Ausfüllungs-Materials als Gesteinsgänge, Mineralgänge und Erzgänge unterschieden, ohne doch strenge Gränzen zwischen diesen drei Abtheilungen vorauszusetzen; denn sowohl ein Gesteinsgang als auch ein Mineralgang kann bisweilen durch Aufnahme von Erzen stellenweise die Bedeutung eines Erzganges gewinnen, sowie umgekehrt ein Erzgang durch allmäliges Zurücktreten und endliches Verschwinden der Erze in einen Mineralgang oder Gesteinsgang übergehen kann. Indem wir wegen des Begriffes von Erz auf die oben (S. 459) gegebene Definition verweisen, verstehen wir also unter einem Erzgange jeden Gang, unter dessen Ausfüllungs-Material sich wenigstens stellenweise Erze in einer den Abbau lohnenden Menge vorfinden.

A. v. Weissenbach unterschied *) nach ihrer Entstehungsweise folgende sechs Classen von Gängen:

1. Sedimentärgänge, durch mechanische Einführung von oben in offene Spalten entstandene gangartige Bildungen;
2. Contritionsgänge, welche aus den Producten der Zerreibung oder anderer mechanischer Zerstörungen ihres Nebengesteins bestehen;
3. Infiltrationsgänge, durch Incrustationen aus infiltrirten Wässern, welche an chemisch aufgelösten Stoffen reich waren, entstandene Gänge.
4. Plutonische Gänge, eruptive Gangbildungen aller der auf einander gefolgten plutonischen Gebirgsformationen;
5. Ausscheidungsgänge, durch Stoffausscheidungen aus dem Nebengesteine entstandene Trümer, Geoden und gangartige Bildungen im Innern der Gebirgsgesteine; und
6. Erzgänge.

Dabei bemerkte jedoch der umsichtige Beobachter und kenntnissreiche Forscher, »dass diese verschiedenen Classen von Gangbildungen in gewissen Erscheinungen und in manchen ihrer extremen Glieder mit einander so zusammenhängen, dass man bei ihnen nicht durchgehends ganz scharfe Abschnitte, wie bei naturhistorischen Species, machen kann, und in einzelnen Fällen in Verlegenheit kommt, welcher der bezeichneten Classen ein bestimmtes Gang-Individuum zuzuzählen sei.«

B. v. Cotta machte hierzu S. 77 ff. die ganz richtige Bemerkung, dass zwar die ersten fünf Classen nach ihrer Entstehungsweise charakterisirt und unterschieden sind, dass aber die sechste Classe blos nach ihrem Erzgehalte benannt worden ist, und er vermuthet, dass, wenn v. Weissenbach dazu gekommen wäre, den Abschnitt über die Erzgänge wirklich auszuarbeiten **), wohl eine Aenderung zu erwarten gewesen sein würde. Auch gedenkt er der Sublimationsgänge, als einer an den Vulcanen vorkommenden und von v. Weissenbach übersehenen Classe. Er stellte nun selbst mehre Eintheilungen der Gänge nach verschiedenen Principien auf, wobei denn nach der Natur ihrer Ausfüllung Gesteinsgänge, Mineralgänge und Erzgänge unterschieden werden, setzt aber schliesslich S. 80 hinzu: »Alle diese nach einzelnen Beziehungen gebildeten Eintheilungen sind aber ihrer ganzen Natur nach weder scharf von einander abgegränzt, noch auch sich gegenseitig ausschliessend;« und weiter S. 81: »Daraus ergiebt sich denn von selbst, dass diese Kategorieen zuweilen nur einen sehr untergeordneten Werth

*) Auf S. 12 seiner schon mehrfach citirten nicht vollendeten Abhandlung über die Gangformationen, welche das im Jahre 1847 erschienene erste Heft der Gangstudien v. Cotta's bildet.

**) Leider fehlt nämlich in v. Weissenbach's Abhandlung gerade der die Erzgänge betreffende Theil, weil der Verfasser mitten in seiner Arbeit aus dieser Welt abgerufen wurde.

haben" u. s. w. B. v. Cotta war also weit entfernt von der Prätension, eine streng-logische Eintheilung da aufgestellt zu haben, wo sie der Natur der Sache nach unmöglich ist.

Indem wir nun zu der specielleren Betrachtung der Gänge überhaupt und der Erzgänge insbesondere übergehen, werden wir nach einander folgende Verhältnisse berücksichtigen, welche den Gegenstand eben so vieler Capitel bilden sollen.

1. Form- und Ausdehnungs-Verhältnisse der Gänge.
2. Material ihrer Ausfüllung.
3. Structur der Gänge.
4. Verhältnisse der Gänge zum Nebengesteine.
5. Erscheinungen bei dem Zusammentreffen der Gänge.
6. Erzführung und Veredlungsursachen der Erzgänge.
7. Verschiedene Gruppirungsarten der Gänge.
8. Hypothesen über die Bildung der Erzgänge.

---

## Drittes Capitel.

### Form- und Ausdehnungs-Verhältnisse der Gänge.

§. 528. *Allgemeine Lage, Form und Ausdehnung der Gänge.*

Für die meisten eigentlichen Gänge ist ihre Entstehung durch Spaltenausfüllung so einleuchtend auf den ersten Blick, dass wir sie als eine nicht zu bezweifelnde Thatsache unseren ferneren Betrachtungen zu Grunde legen können. Schon die Form- und Ausdehnungs-Verhältnisse derselben stimmen so gänzlich mit den gleichnamigen Verhältnissen von Gebirgsspalten überein, dass man durch sie allein zu der Ueberzeugung geführt wird, die Gangräume seien ehemalige, mehr oder weniger weit fortsetzende Spalten und Risse des Gebirges.

Viele Gänge besitzen eine plattenförmige Gestalt, oder die Form einer in ihrem Gesammtverlaufe ziemlich ebenen Parallelmasse, daher man auch ihre Lage in ihrer ganzen Ausdehnung durch die Lage einer Ebene bestimmen kann, welche die Gangebene genannt wird, und den Seitenflächen des plattenförmigen Ganges parallel ist.

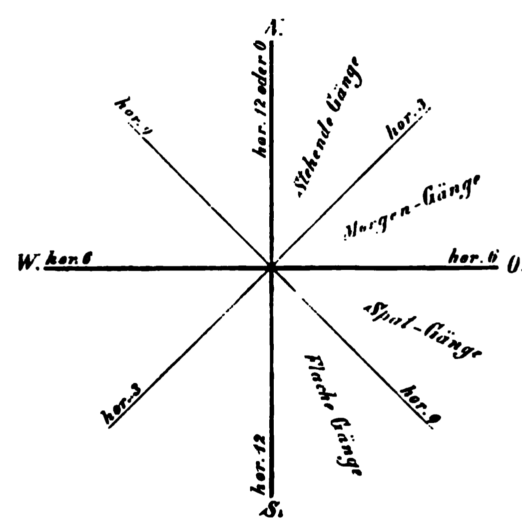
Diese Bestimmung der Lage der Gänge wird nun ganz nach derselben Methode und durch dieselben Hilfsmittel vollzogen, wie die Bestimmung der Lage der Schichten *). Man unterscheidet nämlich an jedem Gange, wie an jeder Schicht, das Streichen und das Fallen; jenes ist die Richtung einer in der Gangebene gezogenen oder gedachten Horizontallinie gegen die Mittagslinie, dieses (das Fallen) ist die Neigung der Gangebene gegen die Horizontalebene des Beobachtungsortes. Das Streichen bestimmt man wiederum durch den Compass, das Fallen durch den an ihm angebrachten Gradbogen.

Je nachdem man sich der bergmännischen Compass-Eintheilung in Stunden

*) Vergl. den ersten Band, S. 463 f.

und Zehntelstunden, oder der Gradeintheilung innerhalb der vier Cardinal-Quadranten bedient, wird das Streichen einen verschiedenen Ausdruck erhalten; jedenfalls aber ist das observirte Streichen, welches sich auf den magnetischen Meridian bezieht, auf den astronomischen Meridian zu reduciren.

Um die ungefähre Lage eines Ganges ohne Benutzung numerischer Angaben ausdrücken zu können, dazu hat der teutsche Bergmann die Gänge sowohl nach ihrem Streichen, als auch nach ihrem Fallen in vier Abtheilungen gebracht, welche zwar nur eine sehr oberflächliche Bestimmung der Lage gewähren, dennoch aber im Gebrauche einige Bequemlichkeit darbieten. Man unterscheidet nämlich die Gänge nach ihrem Streichen als Stehende Gänge, Morgengänge, Spatgänge und Flache Gänge, wie aus beistehender Figur zu ersehen ist.




| | | |
|---|---|---|
| Stehende Gänge | streichen | *hor.* 12 oder 0 bis 3. |
| Morgengänge | » | *hor.* 3 bis 6. |
| Spatgänge | » | *hor.* 6 bis 9. |
| Flache Gänge | » | *hor.* 9 bis 12. |

Um nun diese, freilich sehr allgemeine Gruppirung nach dem Streichen einigermaassen zu particularisiren, pflegt man sich wohl noch der beiden Hilfsworte hochstreichend oder tiefstreichend zu bedienen, je nachdem ein Gang der höheren oder der niederen Gränzstunde seines Richtungsfeldes sehr nahe streicht; von den in den Gränzstunden selbst streichenden Gängen sagt man, dass sie in den Wechselstunden aufsetzen *).

Nach Carne bedient sich der Cornwaller Bergmann derselben Stunden-Eintheilung des Horizontes, wie sie in Sachsen und in anderen teutschen Ländern üblich ist, und sie wird sogar dort weit specieller zur Benennung der Gänge benutzt. So nennt er z. B. die nordsüdlich streichenden Gänge *twelve o'clock veins*, die ostwestlich streichenden *six o'clock veins*, die von NO. nach SW. streichenden *three o'clock veins* u. s. w. (*Trans. of the roy. geol. soc. of Cornwall, vol. II*, 1822, *p.* 96 Anm.). Ausserdem unterscheidet er seine Gänge als *east and west lodes*, die von Osten nach Westen streichen, oder nur bis 30° davon abweichen, als *cross courses*, die von Norden nach Süden streichen, oder nur bis 30° davon abweichen, und als *contra lodes*, welche zwischen diese beiden Gruppen fallen (Carne, *ibidem*, *p.* 85).

Die französischen Bergleute bedienen sich einer ähnlichen Eintheilung oder Gruppirung der Gänge nach ihrem Streichen; so bezeichnete Duhamel in seiner *Géométrie souterraine p.* 53 die stehenden, flachen, Morgen- und Spat-Gänge als *filons septentrionaux*, *meridionaux*, *orientaux* und *occidentaux*, während Fournet

*) Die ganze Unterscheidung hat nur für diejenigen Länder eine Bedeutung, in denen sie der Bergmann von Alters her gebrauchte, und demgemäss dem Namen jedes Ganges das Prädicat Stehend, oder Flach, oder Morgengang oder Spat beifügte; wie diess in Sachsen der Fall gewesen ist

dieselben Gruppen als *filons du nord, du midi, du levant* und *du couchant* unterschied (*Traité de Géognosie par Burat, t. III,* 1835, *p.* 404).

Nach den Graden des Fallens unterscheidet der teutsche Bergmann

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| schwebende Gänge, | deren Fallen | 0° | bis | 15° | beträgt |
| flachfallende Gänge, | » | » 15 | » | 45 | » |
| tonnlägige Gänge, | » | » 45 | » | 75 | » |
| seigere Gänge, | » | » 75 | » | 90 | » |

Man hat wohl auch nach der Richtung des Fallens den Unterschied von rechtfallenden und widersinnig- oder verkehrt-fallenden Gängen gemacht, welcher freilich bei Freiberg eine andere Bedeutung hat, als bei Clausthal, und sich überhaupt in jedem Gangreviere verschieden bestimmt; da es nun eben so einfach und jedenfalls rationeller ist, westlich und östlich, oder südwestlich und nordöstlich fallende Gänge zu sagen, so ist zu wünschen, dass man jenen Sprachgebrauch aufgeben möge, von welchem Elie-de-Beaumont in seinem letzten Werke nicht mit Unrecht sagt**), dass er heutzutage bizarr erscheine, obgleich er ausserdem den teutschen Bergleuten alle Gerechtigkeit wiederfahren lässt.

An einem jeden Gange sind folgende Theile und Dimensionen zu unterscheiden. Die beiden grossen Begränzungsflächen, welche ihm bei regelmässigster Ausbildung die Gestalt einer Platte oder Parallelmasse ertheilen, nennt man die **Salbänder** (*salbandes*); die Gränzen eines Ganges in horizontaler Richtung nennt man die Enden (*extrémités*), die Gränze abwärts in verticaler Richtung das Gangtiefste, und seinen Durchschnitt mit, oder sein Ende an der Erdoberfläche den Ausstrich oder das Ausgehende (*affleurement, crête*).

Die Längenerstreckung eines Ganges ist seine Ausdehnung in der Richtung des Streichens, die Tiefenerstreckung seine Ausdehnung in der Richtung des Fallens; unter der Mächtigkeit eines Ganges versteht man den gegenseitigen Abstand seiner beiden Salbänder. Die Wände des Nebengesteins, an welche sich die Salbänder des Ganges anlegen, nennt man die Gangulmen (*épontes*).

Nach ihren absoluten Dimensionen erweisen sich die Gänge sehr verschieden. Manche sind in ihrer Längenerstreckung nur auf einige hundert oder wenige tausend, andere auf viele tausend Fuss, ja wohl auf einige Meilen weit bekannt. Die Tiefenerstreckung ist freilich in den meisten Fällen nur nach den Resultaten des Bergbaus zu beurtheilen, durch welchen doch manche Gänge schon über 2000 Fuss tief verfolgt worden sind, ohne dass man ihr Ende erreicht hat, während diess bei anderen schon in verhältnissmässig geringer Tiefe der Fall gewesen sein soll. Die Mächtigkeit ist ebenfalls sehr verschieden, im Allgemeinen wohl der Längenerstreckung einigermaassen proportional, übrigens in der mittleren Region gewöhnlich grösser, als nach beiden Seiten hin.

Die Gänge von Basalt, Porphyr, Granit und anderen eruptiven Gesteinen besitzen oft, bei grosser Mächtigkeit, eine bedeutende Länge, während sie in anderen Fällen mit verhältnissmässig kleinen Dimensionen auftreten; was namentlich bei manchen, von grösseren Granitstöcken auslaufenden Granitadern recht auffallend ist. Auch manche Mineralgänge, z. B. Quarzgänge, Kalkspath-

*) *Rapport sur les progrès de la Stratigraphie, Paris,* 1869, *p.* 557.

gänge, Barytgänge, Fluoritgänge erlangen bisweilen recht ansehnliche Dimensionen.

Als Beispiele einer bedeutenden Längenerstreckung von Erzgängen mögen folgende erwähnt werden. Der Halsbrückner Spat unweit Freiberg ist auf eine geograph. Meile weit bekannt*); der reiche Erzgang Veta madre bei Guanaxuato in Mexico soll auf 2 Leguas, also anderthalb Meilen, und der Erzgang von Arevalo bei Atomilco el Chico ebendaselbst, nach Schmidt und Erbreich etwa 6 Meilen weit fortsetzen (Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico, B. I, S. 139 und 353). Der Mordlauer Flache bei Steben in Oberfranken, ein Eisenerzgang, ist beinahe auf drei Meilen, und die im Eibenstocker Granite aufsetzenden Rotheisenerzgänge sind nach Oppe $1^1/_2$ bis 3 Meilen weit bekannt (Gangstudien B. II, S. 192). Die Gänge bei Holzappel an der Lahn scheinen sich von dort über Werlau bis nach Peterswalde über 7 Meilen weit zu erstreken (Karsten und v. Dechen, Archiv, B. 15, 1840, S. 206). Der nach seiner Längenerstreckung bedeutendste Gang ist wohl der goldführende Muttergang (*Mother-lode*) in Californien, welcher sich vom Mount Ophir in Mariposa bis an den Consumnes river in Amador über 70 engl. Meilen weit verfolgen lassen soll (Burkart, im Neuen Jahrb. für Min. 1870, S. 41).

Bei allen diesen Angaben darf man nicht vergessen, dass die bekannten, d. h. die durch den Bergbau aufgeschlossenen Längen uns oft über die Längenerstreckung nicht des ganzen Ganges, sondern nur desjenigen Theiles desselben belehren, wo noch einige Erzführung Statt findet, und dass daher die absolute Längenerstreckung vieler Erzgänge weit bedeutender sein dürfte, als sie gewöhnlich angenommen wird, wenn sie auch in ihren äussersten Enden vielleicht ohne alles Erz, als blose taube Klüfte fortsetzen sollten, wie diess ja der Natur der Sache nach kaum anders zu erwarten ist.

Was die Tiefenerstreckung der Gänge, oder ihr Niedersetzen in die Teufe betrifft, so ist diess ein Punct, über welchen die Meinungen der Geognosten sehr getheilt waren. L. Schmidt, der sich um die Naturgeschichte der Gänge so verdient gemacht, war der Ansicht, dass bei keinem grösseren Gange ein Ende in der Tiefe wirklich erreicht worden sei, dass vielmehr ein Niedersetzen derselben bis zu jenen unbekannten Tiefen Statt finde, von welchen her die Ausfüllung derselben erfolgt ist. Werner dagegen schrieb den Erzgängen eine verhältnissmässig geringe Tiefe zu, indem er der Meinung war, dass sie nach unten schmäler werden und sich endlich auskeilen. Man sieht, wie die theoretischen Ansichten über die Ausfüllungsweise der Gangspalten diesen widerstreitenden Meinungen zu Grunde lagen; denn Werner glaubte, dass die Ausfüllung der Gangspalten in allen Fällen von oben nach unten, Schmidt dagegen, dass sie von unten nach oben erfolgt sei. Werner musste also seine Gangspalten unten geschlossen annehmen, um nicht die Ausfüllung zu verlieren; Schmidt dagegen musste sie nach unten offen lassen, um für die Ausfüllung einen Eingang zu behalten.

Diese Alternative, welche einen Cardinalpunct der ganzen Gang-Geognosie betrifft, ist nun in neuerer Zeit dahin entschieden worden, dass bei weitem für die meisten Gänge die Ansicht von Schmidt insofern die richtige ist, wiefern sie das Ausfüllungsmaterial der Gangspalten aus der Tiefe derivirt. »Die Ansicht

*) Womit jedoch, wie v. Charpentier bemerkt, sein Ende noch keineswegs bestimmt ist. Beobb. über die Lagerstätte der Erze, S. 122.

on dem Auskeilen der Gänge in der Teufe, sagte C. v. Beust*), beruht, wie o viele Irrthümer in der Geognosie, auf der Unvollständigkeit der Beobachtungen nd darauf, dass man einen Theil für das Ganze genommen, sowie Dinge mit inander verglichen hat, die ihrer Natur nach nicht vergleichbar sind«. In Beeff der Erzgänge insbesondere, bemerkte er gleich vorher, sei diese Ansicht so urchtbar präjudiciell für den Bergbau, dass man wohl erwarten sollte, sie sei icht ohne die vielfachsten und schlagendsten Beweise aufgestellt worden. Um o mehr müsse man sich wundern, dass diess keinesweges der Fall gewesen, ndem nur eine höchst geringe Anzahl mühsam herausgesuchter Beispiele als Belege für die Richtigkeit derselben angeführt werden konnten. Er gedenkt nun des Freiberger Bergbaus, hebt es hervor, dass dort die wichtigsten Gänge aller Formationen in den grössten Tiefen mit völlig unverminderter Mächtigkeit anstehen, wendet sich dann zur Beleuchtung und Berichtigung der in Kühn's Geognosie zu Gunsten der Werner'schen Ansicht mitgetheilten Erfahrungen, und beschreibt schliesslich das prächtige Gangprofil am Grand Clos bei la Grave, unweit Briançon, wo der fast senkrechte, höchstens 1 Meter mächtige, bleiglanzführende Quarzgang Féchéronde von der Thalsohle aus 5000 Fuss hoch bis hinauf unter die Gletscher ununterbrochen zu beobachten ist.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes glauben wir noch an Folgendes erinnern zu dürfen. Schon Charpentier erklärte in seiner Mineralogischen Geographie der kursächsischen Lande S. 92 f.: Die Ausdehnung in die Länge und Tiefe ist gewiss noch von den wenigsten unserer Gänge genau bestimmt; oder man ist immer noch nicht dahin gekommen, wo man zuverlässig sagen kann: hier höret der Gang auf. Die Zertheilung eines Ganges in Klüfte, oder auch die Zusammendrückung eines vorher mächtig gewesenen Ganges in eine einzige Kluft hat vermuthlich die Veranlassung gegeben, dass Einige angenommen haben, die Gänge verschwänden endlich ganz und gar, oder sie keilten sich aus; diess habe sich im Erzgebirge nach seinen Erfahrungen niemals bestätigt. In den Beobb. über die Lagerstätte der Erze, S. 123 sagt er, obgleich man in mehren Gruben über tausend Fuss Tiefe erreicht habe, so sei doch in keiner derselben irgend etwas vorgekommen, was ein Auskeilen der Gänge befürchten liesse; die Grube Alter Thurmhof sei mit 2100, und die Grube Alte Hohe Birke mit 1978 Fuss Tiefe verlassen worden, und in beiden sollen die Gänge auch bei dieser Tiefe ihre gewöhnliche Beschaffenheit gezeigt haben. Diess Letztere wurde von Freiesleben in Moll's Jahrbüchern, B. IV, S. 25 bestätigt. In einem instructiven Profile weist Oppe nach, wie höchst unwahrscheinlich es ist, dass sich die mächtigen Eisenerzgänge der Gegend von Eibenstock und Johanngeorgenstadt deshalb bald auskeilen werden, weil ihre Mächtigkeit und ihre Erzmittel in der Tiefe abnehmen. Was für die Gänge des Erzgebirges, das gilt wohl auch von denen des Harzes. Schon Burat erklärte, dass die Erzgänge bei Andreasberg, welche nur eine geringe Mächtigkeit besitzen, durchaus keine Erscheinung zeigen, welche das Ende derselben befürchten liesse; jetzt kennt man sie bis 2800 Fuss Tiefe mit Erzen, namentlich mit Rothgiltigerz. Die in der Culmformation aufsetzenden Gänge von Clausthal sind mit anhaltender Erzführung bis in die Tiefe von 2100 Fuss bekannt. Von den Gängen in Cornwall sagte Phillips, es sei ihm kein einziges Beispiel von der Auskeilung eines Ganges in der Tiefe bekannt; man verlasse die Tiefbaue nur, weil die Erze zu gering, oder

*) In der Kritischen Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie, 1840, S. 41.

die Gewinnungskosten zu gross würden; ganz in demselben Sinne sprach sich Hawkins aus*), und fast gleichzeitig erklärte L. Schmidt: Wir können mit Gewissheit annehmen, dass noch niemals das Ende eines Ganges nach der Teufe zu erreicht worden ist; mit der Tiefe wird freilich der Bergbau immer kostspieliger, der Gewinn immer geringer; nur hierin, und nicht in einem Aufhören der Gänge nach der Teufe zu ist das endliche Auflässigwerden tiefer Grubengebäude zu suchen. So dürfte sich denn die allgemeine Bemerkung von Fournet bestätigen: *on a bien vu des filons très larges à la surface se rétrécir graduellement, mais on n'a pas encore rencontré de filon réellement fermé par le bas. Traité de géognosie, par Burat, t. III, p.* 517.

Während bei den Erzgängen Zweifel gegen ihre Fortsetzung in unerreichbare Tiefen besonders durch den Umstand veranlasst worden sein mögen, dass ihr Erzgehalt mit zunehmender Tiefe oft eine auffallende Abnahme zeigt, so konnten bei den plutonischen oder eruptiven Gesteinsgängen dergleichen Zweifel gar nicht mehr aufkommen, seitdem die richtigen Ansichten über die Herkunft ihres Materiales allgemeine Anerkennung gefunden hatten. Wenn auch bisweilen, bei stromartigem Ueberfliessen eruptiven Materiales, in einem kurz vorher von Spalten durchrissenem Terrain, Gesteinsgänge durch Einfüllung von oben gebildet werden konnten, so ist doch von den meisten Gängen plutonischer Gesteine anzunehmen, dass ihnen ihr Material durch Injection von unten her geliefert wurde, und dass solche unmittelbar oder auch mittelbar (durch Vermittelung anderer Gebirgsglieder desselben Gesteins) bis zu dem uns unbekannten und ewig unerreichbaren Heerde hinabreichen, aus welchem ihr Material im heissflüssigen Zustande hervorgetrieben wurde.

In gleicher Weise dürfte aber auch von den meisten Erzgängen ein Niedersetzen in unerreichbare Tiefe (die sogenannte ewige Teufe des Bergmanns) anzunehmen sein, weil es nach ihren übrigen Verhältnissen nicht wohl denkbar ist, dass sie ihre Ausfüllung von oben erhielten, und weil die erreichte Gränze des Erzgehaltes und der bergmännischen Aufschliessung noch keinesweges als die wirkliche Gränze eines Ganges zu betrachten ist. Auch der Umstand, dass bei manchen Erzgängen nach oben eine fortwährende Verschmälerung und endliche Auskeilung, nach unten dagegen eine stetige Zunahme der Mächtigkeit nachgewiesen worden ist, spricht wohl gar sehr für ihr ferneres Niedersetzen in immer grössere und vielleicht unerreichbare Tiefe.

Dass in einigen Fällen für gewisse Gänge durch den Bergbau eine Auskeilung in der Tiefe nachgewiesen worden ist, diess lässt sich wohl nicht ableugnen. Auch findet Gätzschmann etwas schwer Erklärliches ja Unnatürliches darin, dass eine nachweislich oft nur wenige hundert Lachter im Streichen aushaltende, ganz enge, nicht selten sogar sehr flach fallende Gangspalte sich auf viele tausend Lachter in die Teufe fortsetzen solle, und er scheint das sehr weite Niedergehen der Erzgänge zu bezweifeln**). Dagegen lässt sich mit C. v. Beust erwiedern, dass, wenn

*) *Trans. of the roy. geol. soc. of Cornwall, II, p.* 445 und 227.

**) Vollst. Anleitung zur Bergbaukunst, I. Theil, 1856, S. 86. In diesem Theile finden sich von S. 70 bis 133 sehr viele schätzbare, die Erzgänge betreffende Notizen mit genauer Angabe der Quellen

irgendwo durch plutonische Kraftäusserungen eine Gangspalte in der Erdkruste aufgesprengt wurde, neben der aus unerreichbarer Tiefe heraufsetzenden Hauptspalte, viele kleinere Nebenspalten und Risse im Gesteine entstanden, welche, obgleich nach Länge und Tiefe von weit geringerer Ausdehnung, doch ebenso wie die Hauptspalte mit Gangarten und Erzen erfüllt wurden. Die erdbebenartigen Erschütterungen konnten sich auch längere Zeit hindurch wiederholen, und in den oberen Regionen der Erdkruste eine Menge von Rissen und Klüften hervorbringen, welche nach verschiedenen Richtungen unter einander und mit den gebildeten Hauptspalten in Verbindung standen, und so die Bildungsräume für jene Trümernetze lieferten, welche im Erzgebirge mehrorts bekannt sind.

Was endlich die Mächtigkeit der Gänge betrifft, so wurde bereits bemerkt, dass solche gewöhnlich zur Längenerstreckung derselben in einem gewissen Verhältnisse steht, dass also ein Gang in der Regel um so mächtiger ist, je weiter er fortsetzt; doch hat auch diese Regel ihre Ausnahmen, wie z. B. der Mordlauer Flache und der Graue Wolf Spat in der Gegend von Steben beweisen, welche beide Gänge nach Freiesleben auf 9000 Lachter Länge bekannt sind, während die Mächtigkeit des ersteren auf 6 bis 10, die des letzteren nur auf 1/4 Lachter angegeben wird. Im Allgemeinen pflegt bei Erzgängen die Mächtigkeit nur selten einige Lachter zu erreichen; bei den meisten schwankt sie von einigen Zollen bis zu 1/2 Lachter oder einem Meter. Die übergrossen Angaben über die Mächtigkeit mancher Erzgänge beruhen zum Theil darauf, dass ganze Züge von parallel neben einander hinstreichenden Gängen als einzelne Gänge zusammengefasst, und collectiv mit einem und demselben Namen belegt worden sind; diess dürfte unter anderen mit den Gängen von Clausthal am Harze und von Schemnitz in Ungarn der Fall sein; dennoch sind einige Fälle von sehr mächtigen Erzgängen bekannt. Auch die einfachen Mineralgänge, besonders aber die plutonischen Gesteinsgänge erlangen bisweilen eine sehr bedeutende Mächtigkeit, obgleich auch sie gar häufig nur einige Fuss breit angetroffen werden.

Einige Beispiele grosser Mächtigkeit sind folgende. Freiesleben erwähnt im Hintergrunde des Lauterbrunner Thales, unweit der ehemaligen Silbergrube Gnadensonne, einen im Gneisse aufsetzenden Kalkspathgang von 140 Fuss Breite; eine Verwechslung mit einem Lager könne nicht Statt finden, denn der Gneiss streiche *hor.* 6 und falle 70° in Nord, während der Gang das Streichen *hor.* 12 mit 30° östlichem Fallen zeige *). Die Mächtigkeit der Rotheisensteingänge der Gegend von Eibenstock ist zwar sehr wechselnd, steigt aber nach Oppe bis zu 8 und 10 Lachtern. Die Gold führenden Quarzgänge Californiens sind meistentheils 2 bis 3, bisweilen auch 5 und 6 Fuss mächtig; der schon oben S. 528 erwähnte Muttergang aber schwankt in seiner Mächtigkeit von 1 bis 30 Fuss, wird jedoch häufig von vielen Nebentrümern begleitet, wodurch er stellenweise bis auf 100 Fuss und darüber anschwillt. Die Erzgänge des Oberharzes erreichen nach Ostmann bei Clausthal eine Mächtigkeit von 10 bis 20 Lachtern, welche bei Lautenthal sogar von 20 auf 30 und 40 Lachter steigt; ebenso besitzen die Gänge von Schemnitz und Kremnitz in Ungarn Mächtigkeiten von 10 bis 20 Klaftern; in beiden Gegenden aber sind es mehr gedrängte Gangzüge (oder zusammengesetzte Gänge nach v. Cotta) als wirkliche Einzelgänge, welche so mächtig auftreten. Dasselbe gilt auch

*) Beiträge zur Naturgeschichte der Gänge, in v. Moll's Jahrbüchern, B. IV, S. 19.

zum Theil von dem reichen, im Thonschiefer aufsetzenden Gange Veta madre bei Guanaxuato in Mexico, welcher nach Burkart 135 bis 160 Fuss mächtig ist, wobei jedoch die sehr mächtigen Zwischenmittel mit eingerechnet sind *). Der Erzgang von Maidanpek in Serbien, welcher nach Breithaupt in der Hauptsache ein mit vielen, kleinen und grossen Pyrit- und Kupferkiesnestern erfüllter Porphyrgang ist, hat bei meilenlanger Erstreckung eine Mächtigkeit von 50 bis 100 Klaftern (Exposé über Maidanpek, von Breithaupt, 1857, S. 6 f.). Bei Fleckenstein in den Vogesen haben nach Fournet zwei Brauneisenerzgänge, einschliesslich eines Zwischenmittels von Vogesensandstein, die querschlagsweise nachgewiesene Mächtigkeit von 103 Metern. — Die reichste Silberlagerstätte auf der Erde, der berühmte Comstock-lode bei Virginia im Staate Nevada, welcher auf 22000 Fuss Länge und bis 1200 Fuss Tiefe aufgeschlossen ist, und theils auf der Gränze von Syenit und Propylit **), theils innerhalb dieses letzteren Gesteins aufsetzt, erreicht über Tage, einschliesslich der oft colossalen Propylitmassen, eine Breite von 100 bis 800 Fuss, hat aber im Querschnitte die Figur eines V, und ist also mehr ein keilförmiger Gangstock, als ein wirklicher Gang; doch setzt der eine Schenkel des V in die Tiefe fort, wo sich auch der andere Schenkel in dessen Richtung umbiegt, und wo also die eigentliche Gangspalte beginnen dürfte. Clarence King, im *Rep. of the geol. exploration of the 40. parallel, Washington*, 1870, *p.* 37 ff.

In Betreff der Erzgänge dürfte der von B. v. Cotta gemachte Unterschied zwischen einfachen und zusammengesetzten Gängen, oder zwischen Einzelgängen und Gangzügen, sehr beachtenswerth sein ***). Die auffallend grossen Mächtigkeiten, welche von manchen Gängen angegeben werden, erklären sich zum Theil daraus, dass Gangcomplexe gar oft als einzelne Gänge betrachtet und benannt worden sind; auch mögen sich wohl die Einzelgänge solcher Complexe in der Tiefe nicht selten zu einem einzigen grösseren Gange vereinigen. Diess dürfte zum Theil mit den vorerwähnten Gängen von Schemnitz, vielleicht auch mit denen von Clausthal der Fall sein. Charpentier, welchem die excessiven Mächtigkeiten der ungarischen Erzgänge immer unbegreiflich erschienen waren, fand endlich im Jahre 1786 Gelegenheit, sich in Schemnitz selbst durch eigenen Augenschein von dem wahren Sachverhalte zu überzeugen. Sehr viele einzelne Gänge, so berichtete er später, deren jeder für sich in Sachsen als ein mächtiger Gang erscheinen würde, liegen dort fast gleichlaufend neben einander, und werden theils durch das Gebirgsgestein, theils durch Lettenklüfte von einander getrennt; eine dergleichen aus vielen zusammengedrängten Gängen bestehende Masse wird mit dem Namen eines einzigen Ganges belegt; der dort übliche Querbau lässt diese Verhältnisse sehr deutlich beobachten. Damit stimmt ganz überein, was Wilhelm Fuchs 60 Jahre später über die Schemnitzer Gänge sagte: wirft man einen Blick auf die einzelnen Gänge, so stellt sich jeder derselben, bei sehr bedeutender, auf 10 bis 20 Klafter steigenden Mächtigkeit, nur als ein Complex schmälerer Klüfte heraus, die theils

*) Aufenthalt und Reisen in Mexico, B. I, 1836, S. 353.

**) Oder quarzfreiem Hornblende-Andesit; vergl. auch oben S. 357. Es ist dasselbe Gestein, welches v. Richthofen früher Grünsteintrachyt nannte, und in welchem die meisten Erzgänge Ungarns und Siebenbürgens aufsetzen.

***) Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1864, S. 395; auch Geologie der Gegenwart 3. Aufl. 1872, S. 152.

parallel streichen, theils sich unter mancherlei Winkeln schaaren oder schneiden, theils aber auch zu einer einzigen Masse zusammenfliessen, und dann nicht selten einen hohen Erzadel entwickeln *). Ebenso hob es schon Zimmermann als eine Eigenthümlichkeit der Erzgänge des Oberharzes hervor, dass fast immer entweder mehre Gänge mit einander in Verbindung treten, indem sie ab- und zulaufende Trümer bilden, und solchergestalt einen Zug, einen Gangstrich ausmachen; oder, dass in einer mächtigen Gangmasse, die wesentlich aus einem milden Thonschiefer oder aus zerstörter Grauwacke besteht, Erztrümer aufsetzen, welche auch bisweilen in das Nebengestein selbständig fortlaufen. Und in demselben Sinne sagte v. Groddeck von den mächtigen zusammengesetzten Gängen der Gegend von Clausthal, sie seien parallele Gangzüge, welche aus mehren, sich vielfach schaarenden Gängen, Bogentrümern, Diagonaltrümern und ablaufenden Trümern gebildet sind, und durch wenige diagonal durchsetzende Gänge mit einander verbunden werden **). Die individuelle Mächtigkeit der aus krystallinischen Mineralien bestehenden Einzelgänge erreicht zwar local zuweilen weit über ein Lachter, aber doch nie viele Lachter. Die Gesammtausfüllung der oberharzer Gänge entspricht demnach eigentlich einem vielfach zerspaltenen Nebengesteine, dessen Spalten und Klüfte durch jene krystallinischen Mineralien erfüllt worden sind«. B. v. Cotta a. a. O.

Dass Erzgänge vorkommen, welche in der Tiefe an Mächtigkeit zunehmen, diess ist eine auffallende aber nicht so gar seltene Erscheinung; noch überraschender dürfte es sein, dass manche dieser Gänge gar nicht zu Tage austreten, oder die zur Zeit ihrer Bildung vorhandene Erdoberfläche gar nicht erreichten ***).

Diess ist z. B. nach Grimm der Fall mit einigen Gängen zu Przibram und Joachimsthal in Böhmen, sowie mit mehren Gängen bei Nagyag in Siebenbürgen. Die freilich nur höchstens 6 und 8 Zoll mächtigen Antimonglanzgänge bei Brück am linken Ahrufer keilen sich nach Erbreich meistentheils aufwärts aus, während ihre Mächtigkeit und Erzführung mit der Tiefe zunimmt. Sehr auffallend findet sich nach Burkart dieselbe Erscheinung an dem Gange Veta grande bei Zacatecas in Mexico, welcher in der Grube Gallega in 105 varas Tiefe 30 Fuss mächtig ist, aber aufwärts immer schmäler wird, und sich endlich auskeilt †). Der Gang der Grube Huel Abraham in Cornwall war nach Carne in 240 Faden Tiefe weit mächtiger als in oberen Teufen, und eine solche Vermächtigung nach der Tiefe soll nach Phillips bei vielen Gängen Cornwalls vorkommen. Fox berichtet, dass der im

*) Charpentier, in Beobb. über die Lagerstätte der Erze, S. 129, und W. Fuchs, Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, S. 58. In den ungarischen Bergrevieren werden Gänge von geringer Mächtigkeit Klüfte genannt, nach Grimm, die Lagerstätten u. s. w. S. 98.

**) Zimmermann, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. X, 1837, S. 83. A. v. Groddeck, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 18, 1866, S. 726.

***) Wesentlich verschieden und wohl häufiger vorkommend ist das Verhältniss, wenn die alte Gebirgsoberfläche, auf welcher ein Gang sein Ausgehendes hatte, von einer neueren Gebirgsformation bedeckt worden ist.

†) Grimm a. a. O. S. 105; Erbreich in Karsten's Archiv, B. 16, 1827, S. 48; Burkart, Reisen in Mexico, B. II, S. 62. Andere Beispiele theilt Gätzschmann mit, im ersten Theile seiner Bergbaukunst, S. 89.

Thonschiefer aufsetzende, aus Thonschiefer, Quarz, Calcit und Bleiglanz bestehende Gang von Lagylass in Cardiganshire am Ausstriche nur 2 bis 3 Fuss breit ist, in der Tiefe aber an Mächtigkeit zunimmt, bis er in 60 Faden Tiefe 10 Fuss Breite erlangt. (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, vol. IV, 1832, p. 21*).

Aehnliche Erscheinungen sind wohl noch häufiger bei Gängen eruptiver Gesteine beobachtet worden, wie sich diess bei der Herkunft ihres Materials aus den Tiefen der Erde erwarten lässt. Denn wenn auch, wie gesagt, bei stromartigem Ueberfliessen eruptiven Materials in einem kurz vorher von Spalten durchrissenen Terrain, Gesteinsgänge durch Einfüllung von oben gebildet werden konnten, so ist doch von den meisten plutonischen Gesteinsgängen, also von den meisten Granit-, Porphyr-, Grünstein-, Basalt-Gängen u. s. w. anzunehmen, dass solche von unten herauf injicirt worden sind.

Hinsichtlich der Art und Weise, wie die Gänge ihre Endschaft erreichen, sind besonders die Auskeilung, die Verdrückung, die Abschneidung, das Ausstreichen, und der Uebergang in andere Gebirgsglieder zu unterscheiden.

Dass die Gänge, als Ausfüllungen von Spaltenräumen, das Ende ihrer Längenerstreckung gewöhnlich durch allmälige Verschmälerung und endliche Auskeilung erreichen werden, diess ist nicht nur einleuchtend an und für sich, sondern auch in vielen Fällen erfahrungsmässig nachgewiesen worden. Auch würden die Beispiele für solche Auskeilung weit häufiger sein, wenn nicht die bergmännische Verfolgung der Gänge meist noch weit vor ihrem gänzlichen Ende aufzuhören pflegte. Fand vorher eine Zerschlagung des Ganges in mehre Trümer Statt, so keilt sich der Gang in seinen einzelnen Trümern aus, welche bald früher, bald später zu Ende gehen, und sich schliesslich in vollkommen geschlossenen Klüften verlieren.

Tritt die Verschmälerung eines Ganges sehr rasch ein, indem seine Salbänder plötzlich stark convergiren, so dass der Gang innerhalb sehr kurzer Distanz von seiner gewöhnlichen mittleren Mächtigkeit bis auf nichts herabsinkt, so nennt man diess eine Verdrückung des Ganges; dergleichen Verdrückungen kommen bisweilen dort vor, wo ein Gang aus einem Gebirgsgliede in ein anderes, wesentlich verschiedenes Gebirgsglied übersetzt.

Bisweilen hört aber auch ein Gang plötzlich mit voller Mächtigkeit auf, was als eine Abschneidung desselben bezeichnet wird. Diese ganz eigenthümliche Begränzungsart scheint besonders dort Statt zu finden, wo neuere Gangspalten an älteren Spalten absetzten, welche die Fortsetzung der neuen Spalte auf ähnliche Weise verhinderten, wie man das Weiterreissen von Sprüngen in Glastafeln durch vorgebohrte Löcher zu verhindern pflegt.

Wo die Gänge an der Erdoberfläche zu Tage austreten, oder ihren Ausstrich, ihr Ausgehendes haben, da machen sie sich, sobald sie aus einem minder zerstörbaren Materiale bestehen, als ihr Nebengestein, gar sehr bemerklich, indem sie in mauerähnlichen Felskämmen herausstarren. Da Basalt, Porphyr, Quarz und manche Grünsteine oftmals zu den sehr schwer zerstorbaren Gesteinen gehören, so sieht man auch besonders häufig Gänge derselben wie Mauern über die Erdoberfläche aufragen; England, Schottland und das südliche

Norwegen liefern sehr auffallende Beispiele von solchen Gangmauern, welche aber auch in anderen Ländern bekannt sind. Ebenso zeigen manche Erzgänge dieselbe Erscheinung bisweilen in recht auffallender Weise. Alle dergleichen Vorkommnisse liefern uns Beweise für die bedeutenden Zerstörungen und Abtragungen, denen ihr Nebengestein im Laufe der Zeiten unterworfen gewesen ist.

Von Basaltgängen sind bereits oben S. 379 mehre Beispiele aufgeführt worden: andere wurden von Sartorius v. Waltershausen in seiner Physisch-geographischen Skizze von Island, S. 58, sowie von Zirkel in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 23, 1871, S. 33 beschrieben. Mauerartig aufragende Quarzgänge von zum Theil weiter Erstreckung und bedeutender Mächtigkeit gehören zu den ziemlich häufigen Erscheinungen, namentlich im Gebiete grösserer Granit-Ablagerungen; wie z. B. der Gleissinger Fels im Fichtelgebirge, und die mitunter meilenweiten Quarzgänge bei Doberschütz, Spitz-Kunnersdorf und Cunewalde in der Lausitz. Im Granite der Umgegend von Macao setzen nach Callery nicht nur viele kleine und schmale Quarzgänge auf, alle in paralleler Richtung, sondern auch grosse und mächtige Gänge von schneeweissem Quarz, welche die ersteren rechtwinkelig durchschneiden, und auf den Bergen wie Mauern herausstehen. Burat beschrieb den Quarzgang l'Inglesita bei dem Dorfe El-Hoyo in der Sierra de los Santos; derselbe bildet einen 200 Meter langen Ausstrich, welcher einerseits vertical, anderseits geneigt abfällt und bis 10 Meter hoch ist; auf der geneigten Seite steht noch verkieselter und mit Rotheisenocker stark imprägnirter Schiefer an, während auf der verticalen Seite der Quarz scharf abschneidet. Derselbe Beobachter sah in Algerien bei Mouzaia, in den Thonmergeln der Kreideformation, Eisenspath-Barytgänge, welche als mehre Meter hohe und bis 1 Meter starke Mauern aufragen; im Olivenwalde daselbst setzt ein Gangzug auf, welcher aus drei Hauptgängen besteht, die da, wo sie sich zusammenlegen, im Ausstriche eine prächtige, bis 6 Meter hohe, fast nur aus Baryt bestehende Mauer bilden. Malcolmson berichtet, dass das Granitplateau von Deckan in Vorderindien von zahllosen Dioritgängen durchsetzt wird, welche am Godavery oft 8 bis 10 Fuss hoch über den Granit herausstehen *).

Die silberreichen Erzgänge Mexico's zeigen ähnliche Erscheinungen oft in sehr auffallender Weise: der Gang von Guadeloupe y Calvo ragte nach Emil Schleiden als ein 400 Lachter langer und 3 bis 6 Lachter mächtiger Kamm aus einem Porphyr-Rücken hervor. Die Veta Cantera bei Zacatecas, ein fast 2 Meilen weit fortsetzender Gang, ist nach Burkart durch seinen Ausstrich merkwürdig, welcher in hohen Felsenkämmen von festem dichtem Quarze aufragt. Bei Tlalpujahua sollen die Erzgänge so deutlich und ununterbrochen als Gangmauern zu Tage austreten, dass man bei vorkommenden Verwerfungen bisweilen die betreffenden Gänge über Tage aufsuchte, um sich über das eigentliche Verhältniss der Verwerfung zu belehren. Nach B. Silliman sind in Arizona die Ausstriche der mächtigen goldführenden Gänge höchst auffallend, indem sie bald in schlanken Nadeln, bald in scharfen Kämmen aufragen: eine der frappantesten Erscheinungen in der ganzen Landschaft bilden die Ausstriche des Moss-lode, welche oft 50 bis 100 Fuss hohe Mauern bilden; ja, der 50 bis 150 Fuss mächtige Skinner-lode soll im Center-claim sogar 1600 Fuss aufragen **). Auf der Landenge nördlich von Panamá setzen nach Boucard im Porphyr sehr viele goldführende Quarzgänge auf, welche in Folge der

*) *Trans of the Geol. Soc of London*, [2], vol. V, 1840, p. 545. Dieser Diorit ist sehr hart und schwer zu bearbeiten, nimmt aber eine schöne Politur an, wie die Mausoleen von Golconda und Seringapatam, und die Sculpturen der Pagoden von Carnatic beweisen.

**) *Amer. Journ. of science*, [2], *vol.* 41, 1866.

Zerstörung ihres Nebengesteins wie Mauern hervorstehen, weithin sichtbar sind und *crestones* genannt werden.

Endlich muss noch der eigenthümlichen Begränzung mancher Gesteinsgänge gedacht werden, welche ihnen dadurch zu Theil wird, dass sie nach oben in Lager, Decken oder Kuppen desselben Gesteines übergehen. Bei eruptiven Gesteinen ist diess keine seltene Erscheinung, und wir haben bereits Gelegenheit gehabt, Beispiele solcher Vorkommnisse im zweiten Bande für Granit (S. 227), für Grünstein (S. 421), und für Felsitporphyr (S. 696), sowie in gegenwärtigem Bande für Trachyt (S. 319) und für Basalt (S. 378) anzuführen.

Weit seltener wurden bis jetzt bei Mineralgängen und Erzgängen ähnliche Verhältnisse beobachtet, welche für die Theorie dieser Gänge eine grosse Wichtigkeit erlangen, und uns zugleich über den Antheil belehren würden, der manchen Mineralgangbildungen an der Ausbildung gewisser Sedimentformationen zugestanden werden muss. Eines der grossartigsten und wichtigsten Beispiele dieser Art liefert unstreitig die Arkosbildung der Bourgogne, über welche Bonnard schon in den Jahren 1825 bis 1828 so interressante Mittheilungen machte, welche später von Rozet und Moreau bestätigt und erweitert worden sind*). Die grosse Bedeutung aller dieser Beobachtungen für die Theorie der Erzgänge wurde von C. v. Beust in seiner kritischen Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie vollkommen gewürdigt.

Die Arkose, welche in der Bourgogne meist den Anfang der Liasformation bildet, ruht dort oft unmittelbar auf Granit, aus dessen Zersetzung das hauptsächliche Material für sie hervorgegangen ist. In diesem Granite setzen sehr viele Gänge auf, welche vorwaltend aus Chalcedon, Hornstein und Quarz bestehen, daneben aber auch Fluorit, Baryt, Bleiglanz und Eisenkies enthalten, und dann förmliche Erzgänge darstellen, welche denen der Halsbrückner Formation bei Freiberg ganz ähnlich sind. Diese Gänge zertrümern sich nach oben, überfliessen gewissermaassen und verlieren sich in der Arkose, welche dann mit denselben Mineralien erfüllt ist, von denen die kieseligen theils das Cäment des Sandsteins, theils ganze Schichten und kleine Lagerstöcke bilden, in denen Fluorit, Baryt und Bleiglanz sowohl derb und eingesprengt, als auch in Trümern und Drusen vorkommen. Offenbar sind die Gänge und diese Arkose gleichzeitig durch dieselbe Ursache gebildet worden.

Besonders südwestlich von Avallon, im Thale der Cure bei dem alten Schlosse Pierre-Perthuis, giebt sich die Mitwirkung der Gänge an der Bildung der Arkose in grossem Maassstabe und mit der höchsten Evidenz zu erkennen. Dort liegt die 6 bis 7 Meter mächtige Arkose auf zwei Mal so hohen Granitmassen, die von zahlreichen verticalen Gängen durchsetzt werden, welche sich aufwärts verzweigen und endlich in der Arkose verlieren; die Gänge wie die Arkose enthalten ausser den quarzigen Mineralien auch Fluorit, Baryt und Bleiglanz, und an der Herkunft aller dieser Mineralien aus der Tiefe kann nicht gezweifelt werden. An einzelnen Stellen wird die Arkose vom Lias bedeckt; sie erscheint dann etwas kalkig und enthält

---

* Bonnard, *Annales des mines*, (2), *t.* IV, 1828, *p.* 357 ff. Rozet, *Bull. de la soc. géol.*, *t.* 9, 1838, *p.* 202 f; besonders aber in *Mémoires de la soc. geol.*, *t.* IV, 1840, *p.* 106 ff. und Moreau, Bull. derselben Ges. t. 10, 1839, p. 249 f.

verkieselte Gryphäen und andere Conchylien. Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich an sehr vielen anderen Puncten der Bourgogne.

Man erkennt ganz deutlich den Causal-Zusammenhang zwischen dem Dasein der Gänge und der eigenthümlichen Beschaffenheit der Arkose, wie ihn schon Moreau andeutete, indem er sagte: *les filons étaient d'immenses sources de silice, barytine etc. qui, venant s'épancher à la surface du granite, devaient altérer cette roche et se méler à ses éléments désagrégés.* Rozet spricht zwar in seiner lehrreichen Abhandlung von quarzigen Eruptionen, die im Anfange der Liasperiode Statt fanden, verwahrt sich aber gegen jede Missdeutung dieses Ausdruckes durch die Erklärung, wie Alles darauf hindeute, dass die Kieselerde in einer Flüssigkeit aufgelöst war, und schliesst mit den Worten: *en admettant la dissolution aqueuse de la silice, tous les faits que nous avons rapportés dans ce mémoire, s'expliquent naturellement:* a. a. O. p. 146. Dieselbe Ansicht sprach Longuemar noch bestimmter dahin aus, dass während der Liasperiode heisse Wasserquellen, welche viel Kieselerde und zugleich die Elemente des Barytes, Fluorites und Bleiglanzes aufgelöst enthielten, aus Spalten des Granites hervorbrachen, und gleichzeitig die Bildung der Gänge und die Umbildung des Granitsandes zu der kieseligen Arkose bewirkten. *Bull. de la soc. géol.* [2] *t. I, 1844, p.* 466. Damit erklärte sich auch Leymerie einverstanden, in demselben Bulletin, t. II, 1845, p. 725. Und in der That lässt sich wohl keine naturgemässere Erklärung denken.

Wenn auch in viel kleinerem Maassstabe, so doch in ähnlicher Weise, scheint eine überfliessende Gangbildung bei Monte Rufoli in Toscana Statt gefunden zu habem. Hamilton berichtet, dass der dortige weit verbreitete Serpentin sehr reich an Chalcedon und Achat ist, die zu Florenz verarbeitet werden. Dieser Chalcedon bildet theils grössere Gänge, welche wie Mauern ein paar Fuss hoch über dem Serpentin herausragen, theils kleine regellose Adern; andere Massen überlagern den Serpentin dergestalt, als ob sie von den grösseren Gängen aus auf seiner Oberfläche ausgebreitet worden wären. Hamilton betrachtet diese Chalcedonbildung sehr richtig als das Product heisser Quellen, die durch den Serpentin hervorbrachen *).

Auf der griechischen Insel Mykone wird der aus arkosähnlichem Sandsteine bestehende Berg bei Maurospilia von mehren, aus Brauneisenerz und Baryt bestehenden, ostwestlich streichenden Gängen durchsetzt; der mächtigste derselben, welcher am ganzen Gipfel des langgestreckten Berges hinläuft, besteht an beiden Salbändern fast 1 Fuss breit aus Brauneisenerz, in der Mitte $^1/_2$ Fuss breit aus Baryt. An ihren Ausstrichen hängen alle diese Gänge ganz stetig mit einer bis 6 Zoll dicken, aus Brauneisenerz und etwas Baryt bestehenden Ablagerung zusammen, welche den Gipfel und die ganze obere Region des Berges mantelförmig bedeckt. Virlet, welcher die Erscheinung beschrieb, erkannte sie als ein interessantes Beispiel des Ueberfliessens von Erzgängen **).

Netto erwähnt einen Erzgang von der Alten Grube bei Kaafjord in Norwegen, welcher sich dadurch auszeichnete, dass neben seinem Ausstriche die Gebirgsoberfläche stellenweise auf mehre Lachter Breite mit Gangmasse bedeckt gewesen sein

*) *Quart. Journal of the geol. soc., vol.* I, 1845, *p.* 293. Weit grossartiger wurde die Quarzkuppe des Berges von Chizeuil sein, welche auf Granit liegt, und von d'Avout für das epanchement eines Quarzganges erklärt wurde. *Bull. de la soc. géol.* [2]. *t.* II, *p.* 745.

**) *Bull. de la soc. géol. t.* III, $18^{32}/_{33}$, *p.* 202, auch 2. *série, t.* III, $18^{45}/_{46}$, *p.* 334.

soll. Neues Jahrb. für Min. 1847, S. 145. Alberti führt als merkwürdig einen bei Alpirsbach in Württemberg im Granit aufsetzenden Dolomitgang auf, welcher an seinem Ausstriche beinahe horizontal über dem Granite geschichtet erscheint, den er auch nach allen Richtungen 8 bis 10 Fuss weit adernweise ohne scharfe Begränzung durchzieht. Vielleicht steht auch die im ersten Bande S. 525 erwähnte Barytkuppe am Restberge (oder Rösteberge) bei Gittelde mit den aus dem benachbarten Culmschiefer heransetzenden Barytgängen in Verbindung, wie Zimmermann vermuthete *).

Die Ansicht, dass die Lage und besonders das Streichen der Gänge in einem gewissen Zusammenhange mit den Reliefformen des Landes stehe, dass sie z. B. den Gebirgsketten oder auch den Hauptthälern parallel streichen, und diesen Thälern zufallen u. s. w., hat allerdings Manches für sich; nur darf man sie nicht für die Oberflächengestaltung jedes einzelnen Gangreviers geltend machen wollen, wogegen sich schon Charpentier unter Hinweisung auf das Freiberger Revier erklärte, wo die äussere Form des Gebirges und die Lage und Richtung der Gänge im Innern desselben ganz unabhängig von einander und ohne alle gegenseitige Beziehung sind. Allein die grösseren Lineamente in der Reliefbildung des Landes, wie solche namentlich in der Richtung der Gebirgsketten und ihrer Steilabfälle hervortreten, werden wohl oftmals eine dergleichen Beziehung erkennen lassen, weil ja dieselben Dislocationen der Erdkruste, denen sie selbst ihre Form, Höhe und Richtung verdanken, auch die mancherlei Spalten verursacht haben, welche später zu Gängen ausgebildet worden sind.

So fand z. B. Fournet, dass die zahlreichen Brauneisenerzgänge, welche in den Vogesen von Jägerthal über Fleckenstein bis nach Erlenbach ziehen, der Richtung der Vogesenkette parallel streichen. Die nordsüdlich streichende penninische Kette in England zeigt besonders zwei Gangsysteme, von denen das eine gleichfalls nordsüdlich, das andere ostwestlich streicht. — Dass die vielen Kreise des *reseau pentagonal*, welche Elie de Beaumont zur Bestimmung der Richtungen der Gebirgsketten aufgestellt hat, auch für die Gänge benutzt werden können, diess bedarf keiner Erwähnung. So findet Rivot, dass die Streichlinien der Erzgänge und Sprungklüfte bei Vialas im Dép. der Lozère 8 verschiedenen Gebirgsketten, und Moissenet, dass dieselben Richtungen der Erzgänge von Cornwall und Devonshire den 11 ältesten Gebirgssystemen entsprechen. Elie de Beaumont, *Rapport sur les progrès de la Stratigraphie*, 1869, *p.* 547 und 552.

## §. 529. *Besondere Configuration der Gänge; Unebenheiten des Verlaufes und Mächtigkeitswechsel.*

Die oben (S. 525) ausgesprochene Behauptung, dass viele Gänge ihrer Gestalt nach als plattenförmige Gebirgsglieder oder ebene Parallelmassen zu betrachten sind, sollte nur dazu dienen, uns vorläufig eine ungefähre Vorstellung von der Form und dem Verlaufe eines Ganges zu verschaffen. Nun giebt es zwar wirklich viele Gänge, welche sich, wenn auch nicht in ihrer ganzen Erstreckung, so doch auf grössere Theile derselben als ebenflächige und regelmässige Parallelmassen zu erkennen geben; wie diess insbesondere bei eruptiven

*) Zimmermann, das Harzgebirge, Darmstadt 1834, I, S. 151 ff.

Gesteinsgängen recht häufig, bisweilen auch bei Mineral- und Erzgängen der Fall ist, weshalb auch ihre Ausstriche oftmals wie Mauern aus dem Erdboden aufragen. Allein die meisten Gänge und namentlich viele Erzgänge lassen doch mancherlei und zum Theil nicht unbedeutende Abweichungen von jener einfachen und regelmässigen Form erkennen.

1. Unebenheiten des Verlaufes.

Zuvörderst finden wir bei vielen Gängen mancherlei Wendungen und Biegungen ihrer Salbänder, sowohl in der Richtung des Streichens, als auch in der Richtung des Fallens. Doch treten dieselben gewöhnlich weder sehr plötzlich, noch in sehr auffallender Weise ein. Ist diess der Fall, macht also ein Gang eine plötzliche und bedeutende Wendung im Streichen, so sagt man, er schlage einen Haken; und macht er eine dergleichen Wendung im Fallen, so sagt man, er stürze oder er hebe sich, je nachdem der Fallwinkel grösser oder kleiner wird, als vorher; doch bedient man sich wohl auch in diesem Falle des Wortes Haken, oder eines anderen, die Sache bezeichnenden Ausdruckes.

Der Hakengang, ein 10 Klafter mächtiger Morgengang bei Hodritsch in Ungarn, wirft im Streichen einen auffallenden Haken, indem er aus *hor.* 6 plötzlich in *hor.* 12 überspringt, in dieser Richtung 55 Klafter weit fortstreicht, und dann eben so plötzlich seine frühere Richtung annimmt. Fuchs, Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, 1846, S. 60 und 75. Eine auffallende Aenderung in der Richtung des Streichens zeigt z. B. der berühmte Gang von Rheinbreitbach am rechten Rheinufer unterhalb Linz: am südlichen Ende streicht er fast genau *hor.* 1, wendet sich aber nach Norden allmälig bis in *hor.* 10; da er den Schichten oft fast parallel wird, so ist er bisweilen für ein Lager gehalten worden. Burat, *études sur les mines; supplément*, 1846, *p.* 119. Eine noch bedeutendere Wendung im Streichen macht die sog. Neufanger Ruschel bei Andreasberg; ja, der Eisenspathgang bei Uckerath scheint nach Burat in seinem Verlaufe eine sehr auffallende S-förmige Biegung zu machen.

Da die Unregelmässigkeiten im Fallen eines Ganges dem Schachtbetriebe sehr störend entgegentreten, während die Unregelmässigkeiten des Streichens dem Streckenbetriebe keine grossen Hindernisse in den Weg legen, so werden auch die ersteren mehr beachtet und öfter aufgezeichnet. Im Freiberger Revier zeichnete sich besonders der Adler-Flache auf der Grube Neuglück- und -Drei-Eichen durch sein ausserordentliches veränderliches Fallen aus, welches zwischen 25 und 85° schwankt, und im Mittel 50° beträgt. Der Teich-Flache in der Grube Himmelsfürst fällt bis zur 5. Gezeugstrecke 60°, stürzt sich aber dann mit 70 bis 75° bis unter die 6. Gezeugstrecke, worauf er wieder sein früheres Fallen annimmt*). Aehnliche Abweichungen zeigten der Ludwig-Stehende auf Neu-Morgenstern und der Leander-Stehende auf Alte-Mordgrube; ja der Abendsterner Morgengang auf Neu-Morgenstern fällt theils 75° in West, theils senkrecht, theils 85° in Ost. — Der Teufelsgrunder Gang im Münsterthale in Baden fällt am östlichen Ende 45°, weiter gegen die Mitte 65 bis 90° in Nordwest, steht in der Mitte senkrecht, und zeigt weiter nach Westen 80° Einfallen in Südost; auch der Schindler Gang daselbst fällt 70 bis 90° bald nach Ost, bald nach West**).

Kurze aber sehr auffallende, weil fast rechtwinkelige, dabei wiederholte und

*) Mohs, Beschreibung des Grubengebäudes Himmelsfürst; Wien, 1804, S. 29.

**) Daub, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 20, 1846, S. 501 f.

daher doppelt knieförmige Umbiegungen in der Fallrichtung eines Erzganges beobachtete Schmidt am Anxbacher Gange bei Neuwied, und am Hollertzuger Gange bei Siegen. Auch der Gang von Holzappel an der Lahn bildet nach Bauer dergleichen doppelte Haken, welche die dortigen Bergleute Bänke nennen. Der berühmte St. Wenzelgang bei Wolfach im Schwarzwalde fällt nach Selb 70 bis 80°, aber zickzackförmig bald nach Osten, bald nach Westen in die Tiefe. Schmidt, in Karsten's Archiv. B. 4, 1821, S. 6; Bauer, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 15, 1840, S. 156; Selb, nach v. Oeynhausen und v. Dechen, Geognostische Umrisse der Rheinländer, I, S. 250.

Bisweilen lässt sich die Ursache einer solchen auffallenden Wendung recht deutlich erkennen; bald sind es Schichtungsfugen, bald sehr weiche und gebräche Gesteinsschichten, bald früher vorhandene Gänge und Gangspalten, welche eine Abweichung oder Ablenkung in dem Verlaufe des Ganges veranlassten. Bei dergleichen grösseren Wendungen pflegen nun die Gänge entweder in der neu angenommenen Richtung zu verharren, oder, was gewöhnlicher der Fall ist, nachdem sie dieselbe eine Strecke weit verfolgt haben, in ihre anfängliche Richtung zurückzukehren.

Kleinere Biegungen und Undulationen im Verlaufe der Erzgänge gehören zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen, weshalb denn auch das Specialstreichen und Specialfallen derselben fast immer grösseren und kleineren Oscillationen unterworfen ist. Man darf nur die Grundrisse eines Gangbergbaues betrachten, oder auf den Streckenörtern von Zeit zu Zeit das Streichen und Fallen eines Ganges beobachten, um sich von der Wahrheit dieser Behauptung zu überzeugen.

Bei allen diesen kleineren Biegungen pflegt jedoch ein und derselbe Gang ein und dasselbe Hauptstreichen und Hauptfallen einzuhalten, und diese sind es, welche bei der Bestimmung der allgemeinen Lage und Ausdehnung eines Ganges berücksichtigt werden, indem man ihn auf eine einzige Ebene bezieht*). Wo aber grössere Wendungen vorhanden sind, und der Gang mit Beharrlichkeit in der neuen Richtung fortsetzt, da lassen sich, streng genommen, die Begriffe des Hauptstreichens und Hauptfallens nicht auf den Gang in seiner ganzen Ausdehnung, sondern nur auf einzelne grössere Theile oder Flügel desselben in Anwendung bringen.

Bezeichnet man diejenige unebene und mehr oder weniger undulirte Fläche, welche mitten zwischen beiden Salbändern eines Ganges hinläuft, als Gangfläche, so kann man diejenige Ebene, welcher die Gangfläche in ihrer allgemeinen Ausdehnung am nächsten kommt, die Gangebene nennen. Man wird also für solche Gänge, welche bedeutende und weit fortsetzende Wendungen im Streichen oder Fallen zeigen, auch nothwendig mehre Gangebenen annehmen müssen, weil ausserdem der Begriff der Gangebene alle wissenschaftliche und technische Bedeutung und Brauchbarkeit verlieren würde.

2. Mächtigkeitswechsel.

Wir sahen, dass sich die Gänge oftmals durch mancherlei Biegungen von

*) Ueber die exacte Bestimmung des Hauptstreichens und Hauptfallens gab Weisbach eine Abhandlung in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 14, 1840, S. 159 ff.

dem Begriffe ebenflächiger Platten oder Parallelmassen entfernen, und dass also die eigentliche Gangfläche, als die mitten zwischen beiden Salbändern hinlaufende Fläche, keinesweges immer als eine Ebene betrachtet werden kann. Es fragt sich nun, ob wir uns die Gänge vielleicht als mehr oder weniger unebene Parallelmassen vorstellen können, indem es dem Begriffe einer Platte oder Parallelmasse keinesweges widerstreitet, dass solche von unebenen Seitenflächen begränzt wird, sobald nur die gegenseitigen Abstände dieser Seitenflächen innerhalb grösserer Strecken überall gleichgross sind, oder mit anderen Worten, sobald nur der Gang innerhalb grösserer Strecken eine constante Mächtigkeit besitzt.

Allerdings giebt es Gänge, welche innerhalb eines grossen Theiles ihrer Ausdehnung, bei ziemlich unregelmässigem Verlaufe ihrer Salbänder, eine beinahe constante Mächtigkeit haben. Auch wird eine einfache und reine Spaltenbildung, wenn sie mit keiner Verwerfung verbunden war, und wenn ihr sogleich die Ausfüllung mit Gesteinsmasse gefolgt ist, einen solchen Gang liefern können; weshalb denn auch diese Gangform bei Gängen eruptiver Gesteine noch am häufigsten beobachtet wird. Allein die meisten Gänge zeigen auch nicht einmal diesen Grad von Regelmässigkeit, indem ihre Mächtigkeit sehr wechselnd ist. Zuvörderst giebt es gewisse Mächtigkeitswechsel, denen die meisten Gänge nothwendig unterworfen sind, wenn sie auch übrigens noch so regelmässig gebildet sein sollten. Dahin gehören jene, schon oben (S. 527 u. 534) erwähnten Veränderungen der Mächtigkeit, welche jeder vollständige Gang erkennen lässt, wenn man ihn von seiner Mitte nach den Enden zu verfolgt; die Mächtigkeit wird immer geringer, der Gang verschmälert sich mehr und mehr, und läuft zuletzt in eine blose Kluft aus. Diese Mächtigkeits-Veränderung wird durch die endliche Auskeilung der Gangspalte nothwendig bedingt, dafern sie nicht in ihrem Verlaufe gehemmt oder unterbrochen worden ist.

Allein ausser dieser regelmässigen, innerhalb grösserer Distanzen wahrnehmbaren Mächtigkeits-Veränderung begegnet man noch unregelmässigen, localen, sich oft wiederholenden Mächtigkeitswechseln, welche meist innerhalb geringerer Distanzen eintreten, und eine beständige Abwechslung von Verschmälerungen und Erweiterungen des Gangraumes zur Folge haben, welche der Bergmann dadurch bezeichnet, dass er sagt: der Gang thue sich auf, oder er drücke sich zusammen. Diese Erscheinung, welche freilich mit dem Begriffe einer reinen und ganz ungestörten Spaltung nicht recht verträglich erscheint, wird übrigens sehr leicht erklärlich, wenn man auf manche andere, bei der Spaltenbildung obwaltende Umstände Rücksicht nimmt. Als dergleichen Umstände sind besonders die mit der Spaltung so häufig verbundenen Verwerfungen, die Ablösungen grösserer Fragmente des Nebengesteins, und der Wechsel in der Beschaffenheit des Nebengesteins zu erwähnen.

Die Bildung der Gangspalten war nämlich besonders häufig mit grösseren oder kleineren Verwerfungen verbunden, weshalb sie nicht nur eine Unterbrechung des Zusammenhanges der Erdveste, sondern auch eine gegenseitige Verschiebung der von einander getrennten Theile hervorbrachte, in welcher

Hinsicht Alles gilt, was im ersten Bande S. 926 f. und in gegenwärtigem Bande S. 497 ff. gesagt worden ist. Dergleichen Verwerfungen, mögen sie nun in einer Niederziehung des hangenden, oder in einer Emportreibung des liegenden, oder in einer sonstigen Bewegung des einen oder anderen Gebirgstheiles bestanden haben, mussten aber nothwendig eine Menge specieller Mächtigkeitswechsel des Spaltenraums veranlassen, sobald die Spaltenwände keine vollkommene Ebene, sondern, wie diess ja gewöhnlich der Fall ist, eine mehr oder weniger unebene, undulirte und gebrochene Fläche darstellen. Dann werden nämlich durch die Verschiebung des einen Gebirgstheiles gegen den andern die ursprünglich sich gegenseitig correspondirenden Concavitäten und Convexitäten beider Spaltenwände oder Gangulmen von einander gezogen, so dass häufig Concavität gegen Concavität, und Convexität auf Convexität zu liegen kommt, wodurch natürlich auch locale Anschwellungen und Verschmälerungen des Ganges selbst, als der späteren Ausfüllungsmasse des Spaltenraumes, entstehen mussten*).

Diese localen Anschwellungen des Ganges werden oft eine ungefähr linsenförmige Gestalt haben, und kann sich dann der Gang selbst als ein Aggregat von dergleichen an einander gereihten Linsen darstellen. Manches von Dem, was Duhamel *filons en rognons*, und was Fournet *filons en chapelet* nannte, dürfte auf diese Weise zu erklären sein. *Géometrie souterraine*, 1787, *p.* 8, und Fournet, in *Ann. de Chimie et de Phys. t* 68, 1838, *p.* 400. Besonders auffallende Mächtigkeitswechsel mussten z. B. durch eine Niederziehung des Hangenden an solchen Stellen hervorgebracht werden, wo sich die Gangspalte auf längere Strecken entweder stürzt, oder auch hebt, weil dort im ersteren Falle die steileren Theile beider Ulmen weiter von einander entfernt, im anderen Falle die flacheren Theile derselben näher an einander gerückt wurden, als diess vor der Niederziehung der Fall war: vergl. B. v. Cotta, Erzlagerstätten, I, S. 161.

Zweitens wurden specielle oder locale Mächtigkeitswechsel der Gänge häufig dadurch verursacht, dass sich in Folge der Spaltung, theils vor dem Beginne, theils während der Dauer des Ausfüllungs-Processes, bald hier, bald dort grössere Wände sowie kleinere Schalen und Fragmente des Nebengesteins von den Spaltenwänden ablösten, und in tieferen Regionen des Spaltenraumes ablagerten. Durch solche Translocationen einzelner Wände und Bruchstücke des Nebengesteins wird nämlich in der Gangspalte selbst eine locale Vermächtigung an der Stelle der Abtrennung, und eine locale Verschmälerung an der Stelle der Ablagerung dieser Bruchstücke entstanden sein.

Endlich können auch specielle Mächtigkeitswechsel in der wechselnden Beschaffenheit des Nebengesteins ihren Grund haben. Wenn z. B. dieses Nebengestein abwechselnd aus festeren und weicheren Schichten besteht, und die Spalte nicht sogleich nach ihrer Aufsprengung durch die Gangmasse ausgefüllt wurde, so werden die weicheren Schichten durch den Druck der über ihnen liegenden Massen, und bei dem nach der Spalte hin einseitig aufgehobenen Widerstande, allmälig seitwärts in den Spaltenraum hinausgepresst, und dadurch

* Vergl. Schmidt in Karsten's Archiv, B. 6, 1823, S. 52, und Burat a. a. O. S. 105 f. B. v. Cotta, Erzlagerstätten, I, S. 116, Gätzschmann, a. a. O. S. 92, auch De-la-Beche *Report on the Geology of Cornwall, p.* 317.

dieser selbst local verschmälert worden sein. — Dieser Fall ist an manchen Bleigängen von Cumberland beobachtet worden, welche in dem dortigen, aus abwechselnden Kalkstein-, Sandstein- und Schieferthonschichten bestehenden Gebirge aufsetzen, und innerhalb der weicheren Schichten der letzteren beiden Gesteine bisweilen drei bis vier Mal schmäler sind, als innerhalb der Kalksteinschichten. Auch mehre Gänge bei Przibram in Böhmen sind innerhalb der festeren Grauwackenschichten mächtiger, als innerhalb der weicheren Thonschieferschichten. Viele Erzgänge des Kirchspiels Gwennap in Cornwall, welche in Thonschiefer vorkommen, der von Porphyrgängen (Elvan) durchsetzt wird, haben sich im Elvan weit mächtiger und reicher erwiesen, als im Schiefer; eines der auffallendsten Beispiele erwähnt De-la-Beche von der Grube Huel Alfred, wo ein 300 Fuss mächtiger Elvangang von einem Erzgange schräg durchschnitten wurde, welcher im Schiefer 6 bis 9 Fuss, im Elvan aber bis 25 Fuss mächtig, und dort sehr arm, hier aber ausserordentlich reich war*).

Oft findet aber auch das Gegentheil Statt, dass sich nämlich die Mächtigkeit innerhalb der festeren Gesteinsschichten viel geringer erweist, als innerhalb der weicheren Schichten. So ist es eine bekannte, und schon von Charpentier vielfach hervorgehobene Erfahrung, dass die Erzgänge bei Freiberg und Frauenstein in Sachsen, welche im Gneisse aufsetzen, aber auch nicht selten durch Porphyrgänge hindurchgehen, innerhalb des Porphyrs entweder weit weniger mächtig sind, als innerhalb des Gneisses, oder auch sich in viele ganz schmale Trümer zerschlagen. Aehnliche Verhältnisse zeigen die Erzgänge von Derbyshire, welche im Kohlenkalksteine aufsetzen, dem dort mehre mächtige Lager von Mandelstein (Toadstone) eingeschaltet sind: sie erscheinen nämlich innerhalb des Mandelsteines sehr schmal, während sie im Kalksteine eine ansehnliche Mächtigkeit erlangen.

Diess dürfte vielleicht daraus zu erklären sein, dass die Mineralquellen, welche früher durch die anfangs gleichweiten Gangspalten strömten, und aus welchen im Laufe der Zeit die Gangarten und Erze abgesetzt wurden, eine auflösende Einwirkung auf die Kalksteinschichten ausübten, während sie die Mandelsteinschichten nicht anzugreifen vermochten. Auf dieselbe Weise erklärt sich wohl auch die fast sechsmal grössere Mächtigkeit des reichen Hudgillburn-Ganges innerhalb des Kohlenkalksteins, als innerhalb des darunter liegenden Sandsteins; dort ist er nämlich 17, hier aber nur 3 Fuss mächtig. Fournet, im *Traité de Géognosie par Burat. t. III, 1835, p. 511.*

## §. 530. *Fortsetzung; Gabelung, Trümerbildung der Gänge.*

Zu den besonderen Form-Verhältnissen der Gänge gehören endlich auch 3. die Gabelung, die Trümerbildung und die völlige Zertrümmerung derselben. Alle drei Erscheinungen sind einander sehr nahe verwandt, und unterscheiden sich fast nur durch ihre Dimensionen und durch die verschiedenen Grade der Regelmässigkeit.

Gabelung kann man nämlich diejenige Erscheinung nennen, da sich ein

* De-la-Beche, *Report on the Geology of Cornwall etc.* 1839, p. 330.

Gang in zwei oder mehre grössere Aeste theilt, welche von der Theilungsstelle aus mehr oder weniger regelmässig divergiren, und weiterhin wie selbständige kleinere Gänge erscheinen. Sie ist theils in der Richtung des Streichens, theils in der Richtung der Fall-Linie, und dann entweder aufwärts oder abwärts zu beobachten, und lässt sich auch als eine in einfacher Form und in grösserem Maassstabe ausgebildete Trümerbildung betrachten, bei welcher jedes Trum für sich mit den wesentlichen Eigenschaften des Ganges fortsetzt. Gewöhnlich ist das eine Trum durch seine Mächtigkeit und seinen Gehalt als dasjenige ausgezeichnet, welches gleichsam den Gang selbst repräsentirt, und dieses wird mit dem Namen des Haupt-Trumes belegt; sind nur zwei Arme oder Trümer vorhanden, so werden sie nach ihrer Lage als hangendes und liegendes unterschieden *).

So gabelt sich z. B. nach De-la-Beche der Hauptgang der Grube Wheal Fortune, bei Marazion in Cornwall, sowohl nach Osten als auch nach Westen in mehre Arme. *Report on the Geology of Cornwall, p.* 308 und Fig. 49. Der Gang von Holzappel in Nassau besteht nach Bauer in seinem östlichen Theile aus einem einzigen, 1 bis 2 Fuss mächtigen Körper, spaltet sich aber im mittleren Theile in drei Arme, welche weiterhin gesondert sind, und in ziemlich gleichen Entfernungen neben einander hinstreichen. Der Gang Veta grande, der nördlichste unter den Hauptgängen des Gebirges von Zacatecas in Mexico, ist in seinem westlichen Flügel ein einziger geschlossener Körper, welcher sich nach Osten in drei bis vier Arme theilt, die bald dicht an einander liegen, bald bis auf 25 varas aus einander gehen. Burkart, Aufenthalt u. Reisen in Mexico, II, S. 61. Auch die wichtigeren unter den Schneeberger Kobaltgängen zertheilen sich nach H. Müller mehrfach, entweder in der Richtung des Streichens oder in der Richtung des Fallens in zwei oder mehre Haupttrümer, welche sich bald nach einigem Verlaufe wieder vereinigen, bald immer mehr von einander entfernen, oder auch ziemlich parallel neben einander fortsetzen. Gangstudien, B. III, S. 109. — Der Ludwig Stehende in der Grube Habacht bei Freiberg verzweigte sich nach v. Weissenbach auf der ersten Gezeugstrecke mit zwei Armen aufwärts in das Liegende; und auf ähnliche Weise zerschlug sich ein Gang bei Poullaouen aufwärts im Hangenden in mehre Trümer. Die fast parallelen und sehr steilen Gänge der Grossgrube bei Felsöbanya convergiren nach der Tiefe, und scheinen sich zuletzt zu einem einzigen Gange zu vereinigen. F. v. Richthofen, Studien aus den Ungarisch-Siebenbürgischen Trachytgebirgen, Sep. Abdr. S. 81. — Bei eruptiven Gesteinsgängen kommen ähnliche Gabelungen vor.

Als Trümerbildung bezeichnet man diejenige Erscheinung, da sich vom Hauptkörper des Ganges schmale Trümer absondern und in das Nebengestein verlaufen. Die Richtung, nach welcher die Trümer vom Gange abgehen, weicht gewöhnlich nicht viel von der Richtung des Ganges selbst ab, und beträgt nur in seltenen Fällen 50 bis 60°. Nach ihren Verhältnissen zu dem Hauptkörper des Ganges lassen sie einige Verschiedenheiten erkennen.

Manche Trümer gehen nämlich vom Gange ab, beschreiben einen Bogen,

*) Mit dieser Trümerbildung steht der bisweilen vorkommende Ausdruck Gegentrum in gar keiner Verbindung. Derselbe bezieht sich nur auf die secundäre Durchschneidung eines Ganges durch ein Thal, in welchem Falle die an beiden Thalgehängen ausstreichenden Gangflügel als Trum und Gegentrum unterschieden werden.

und vereinigen sich dann wiederum mit dem Gange; dergleichen Trümer nennt man Bogentrümer; sie sind häufig von solcher Beschaffenheit, dass sie sich nach allen Richtungen an den Gang anschliessen, und also auch in allen Querschnitten das Bild eines ablaufenden und sich wieder mit dem Gange vereinigenden Bogens darstellen; ihre Bildung fand dann in der Weise Statt, dass sich entweder bei der ersten Spaltenbildung oder auch später von einer der Gangulmen grössere Wände oder Schalen ablösten, wodurch eine nach allen Richtungen mit der Hauptspalte communicirende Nebenspalte entstand, welche gleichfalls mit dem Gangmateriale ausgefüllt wurde. Andere Trümer gehen vom Gange in geradliniger oder krummliniger Richtung ab, ohne sich wieder mit ihm zu vereinigen; sie sind also wirkliche abgehende Trümer, und entstanden auf solchen Seitenspalten, welche nicht mit einer völligen Lostrennung der Nebengesteinsmasse verbunden waren. Noch andere Trümer laufen dicht neben dem Gange in ziemlich paralleler Richtung mit demselben fort, oft ohne in einer sichtbaren Verbindung mit ihm zu stehen; sie sind mitgehende oder begleitende Trümer. Alle diese Modalitäten der Nebentrümerbildung gehören namentlich bei den Erzgängen zu den so gewöhnlichen Erscheinungen, dass es unnöthig sein würde, besondere Beispiele anzuführen.

Aber nächst dieser äusseren, von den Salbändern ausgehenden Trümerbildung, bei welcher der Hauptgang selbst immer noch als solcher hervortritt, und gleichsam den Stamm darstellt, von welchem nur hier und da Zweige auslaufen, kommen noch andere Trümerbildungen vor, welche den ganzen Körper des Ganges betreffen, den Stamm selbst in viele kleinere Glieder zerschlagen, und daher mit Recht als eine Zertrümerung bezeichnet werden können. Solcher inneren Zertrümerung unterliegen die Gänge oftmals da, wo sie aus einem weicheren Gesteine in ein hartes und schwer zersprengbares Gestein eintreten; bisweilen auch am Ende ihres Verlaufes, indem ihre Auskeilung in vielen Trümern erfolgt, was theils in der Richtung des Streichens, theils in der Richtung des Fallens vorkommt, und eine mit der Gabelung sehr nahe verwandte Erscheinung ist. Ein interessantes Beispiel der letzteren Art liefert der bekannte Flussspathgang von Wölsendorf in Bayern, welcher an einer steilen Felswand oben 4 bis 5 Fuss mächtig ansteht, sich aber nach unten in viele einzelne Trümer auflöst*).

Manche Gänge unterlagen fast in ihrer ganzen Erstreckung einer völligen Zertrümerung, indem sie in zahlreiche, bald stärkere bald schmälere Trümer zerschlagen sind, welche zwar ungefähr parallel verlaufen, sich aber dennoch vielfach durchkreuzen, gegenseitig anastomosiren, und theils im Nebengesteine auskeilen, theils wieder zu einem grösseren Stamme vereinigen, so dass sie ein förmliches körperliches Netz bilden, in welchem bisweilen gar kein, von bestimmten Salbändern eingeschlossener Hauptgang zu entdecken ist. Dergleichen

*) Gümbel giebt in seinem bewunderungswerthen Werke: Geognostische Beschreibung des Königreiches Bayern, B. II, S. 517 eine schöne Abbildung dieser Erscheinung.

Trümernetzgänge bilden eine besondere Varietät der zusammengesetzten Gänge v. Cotta's.

Der ganze Gangzug der Grube Neue-Hoffnung-Gottes zu Bräunsdorf unweit Freiberg war nach Hermann Müller ein solches grossartiges Trümernetz, welches sich von Nordosten nach Südwesten innerhalb des sogenannten schwarzen Gebirges hinzieht, mit welchem Namen der dortige Bergmann eine bis 60 Lachter breite Zone eines kohligen, zwischen Alaunschiefer, Kieselschiefer, Graphitschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss schwankenden Gesteins bezeichnet. Nur im mittleren Theile seines Verlaufs ist der Gang ungetheilt, nach beiden Seiten aber geht er in mehre Haupt- und Nebentrümer auseinander, welche sich abermals vielfach verästeln und verzweigen *). Gangstudien, herausgegeben von B. v. Cotta, B. I, S. 175 ff. — Nach v. Dechen bestehen die Gänge des Siegener Reviers sehr häufig aus mehren neben einander liegenden Trümern, welche sich stellenweise wieder vereinigen, so dass es oft zweifelhaft wird, was als ein vollständiger Gang zu betrachten ist. Das Nebengestein zwischen diesen Trümern hat seine Lage nur wenig geändert, und ist mit der Masse der Gänge und Trümer verwachsen, auch finden sich kleinere Trümer, Adern und Schnüre der Gangmasse fest mit dem Nebengesteine verbunden. Die Mächtigkeit der Gangmasse ist überaus veränderlich; sie beträgt oftmals 5 bis 10 Fuss, erreicht aber bisweilen 30 Fuss und sogar mehr. Verhandl. des naturh. Vereins der Rheinlande, B. VI, S. 333.

Wenn uns schon in den Trümernetzgängen die Vorstellung eines Ganges, als einer consistenten plattenförmigen Lagerstätte fast gänzlich verloren geht, so ist diess noch weit mehr der Fall mit den Trümernetzstöcken, welche sich rücksichtlich der Unregelmässigkeit und Unbestimmtheit ihrer Begränzung an die Imprägnationen anschliessen, dennoch aber als gangartige Gebilde in der weiteren Bedeutung des Wortes erweisen.

Eine durch präexistirende Klüfte und Fugen bedingte, und daher noch einigermaassen geregelte Art von Trümernetzstöcken kommt bisweilen vor in sedimentären, fast horizontal geschichteten und zugleich senkrecht zerklüfteten Kalksteinformationen. Sie besteht wesentlich darin, dass alle Klüfte und die von ihnen durchsetzten Schichtungsfugen mehr oder weniger mit Erzen und Gangarten erfüllt sind, welche wohl nur durch Mineralquellen eingeführt worden sein können. Einzelne, senkrechte oder stark geneigte Hauptspalten bildeten wahrscheinlich die Zuführungs-Canäle, von welchen aus sich die mineralbildenden Gewässer auf allen Nebenklüften und Schichtungsfugen verbreiteten, wobei das Nebengestein oft sehr stark benagt, und die Klüfte und Fugen selbst, besonders an ihren Kreuzungsstellen, bedeutend erweitert wurden; was denn zur Folge hatte, dass dort die Erztrümer weit mächtiger, in der Form von lenticularen Lagerstöcken und Gangstöcken zum Absatze gelangten. In derartigen Trümernetzstöcken haben wir also eine Combination von gangartigen (die Schichten durchschneidenden) und von lagerähnlichen (den Schichten parallelen) Elementen, welche letztere aber gleichfalls als gangartige Gebilde zu betrachten

*) Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich in den Gängen der Grube Christ-Bescheerung welche gleichfalls der sogenannten edlen Quarzformation angehören.

sind. Die englischen Bergleute nennen die ersteren *rake veins* oder *skrins*, die letzteren *pipe-veins* oder *flat veins* *).

Diese Lagerungsform zeigen die im Gebiete des Kohlenkalksteins in Cumberland und Derbyshire vorkommenden Bleiglanz-Lagerstätten; vergl. B. v. Cotta, die Lehre von den Erzlagerstätten, II, 1861, S. 495 ff. In grossartigem Maassstabe wiederholt sich dieselbe in den Bleiglanz-Niederlagen der Staaten Wisconsin, Illinois und Missouri, welche dort dem untersilurischen Trentonkalksteine angehören; vergl. den zweiten Band, S. 294 und 370. Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei Wiesloch in Baden, sowie bei Bleiberg und Raibel in Kärnten, wo die verticalen Klüfte oder die ihnen entsprechenden Lenticularstöcke gewöhnlich unter dem Namen Blätter aufgeführt werden. Grimm, die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, S. 174 ff., und Lipold, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 12, S. 292.

Weit unregelmässiger sind die Verhältnisse derjenigen Trümernetzstöcke, welche nicht in präexistirenden Klüften und Fugen, sondern in neu aufgesprengten Spalten und Rissen zur Ausbildung gelangten. Wenn ein Gebirgsstück entweder längere Zeit hindurch, oder auch zu wiederholten Malen durch Erdbeben erschüttert worden ist, so konnte dasselbe einer inneren Zerberstung in dem Grade unterliegen, dass es von einem ganz unregelmässigen Netze kleiner Spalten, Klüfte und Risse durchzogen wurde. Drangen dann mineralbildende Quellen in dieses Netz ein, so wurden alle seine Klüfte und Risse zu Gangtrümern umgebildet, welche schliesslich in ihrer Vereinigung ein ganz ungestaltetes und regellos begränztes Trümernetz darstellen. Uebrigens können lange vorher in derselben Region auch einzelne grössere Gangspalten gerissen worden sein, deren Ausfüllung vielleicht schon früher begonnen hatte, und erst während der Bildung jener Trümer vollendet wurde.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von derartigem Vorkommen liefern die Habachter Flötztrümer zwischen Freiberg und Brand. Diese Flötztrümer sind schmale, höchstens bis 3 Zoll starke, meist nur 10 bis 30 Fuss weit fortsetzende, sich oft verzweigende Trümer, welche innerhalb eines Raumes von mehren hundert Lachtern Länge, aber verhältnissmässig sehr geringer Breite, in grosser Anzahl nach allen möglichen Richtungen, jedoch meist in schwebender, der Schichtung des Gneisses fast paralleler Lage an die dortigen, 25 bis 45° fallenden Habachter Erzgänge heransetzen und solche veredeln, dabei weder zu Tage ausstreichen, noch in grosse Tiefe fortsetzen. Da nun die Habachter Hauptgänge eine auffallende Tendenz zeigen, sich nach oben in mehre sehr flach fallende Arme zu theilen, auch in ihren inneren Gliedern dieselben Gangarten und Erze führen, wie die Flötztrümer, so haben sie wohl auch diesen die Solutionen zugeführt, denen sie ihre Ausfüllung verdanken.

Diese in den Gruben Herzog August, Habacht, Beschert-Glück bekannten Flötztrümer beschrieb schon Charpentier ausführlich als ein »interessantes und ungemein merkwürdiges Vorkommen«, welchem er seine besondere Aufmerksamkeit widmete. Beobb. über die Lagerstätten der Erze, 1799, S. 171 ff. Daubuisson, welcher sie in seinem Werke: *Des mines de Freiberg*, II, 1802, *p.* 61 f. behandelte, erklärte ihre Ausfüllung von oben her für unmöglich, weil sie erst 20 Lachter unter

*) Whitney gebraucht auch für die ersteren das Wort *gash-veins*, in seinem schätzbaren Werke: The metallic wealth of the united states; Philadelphia, 1854, p. 48.

der Gebirgsoberfläche beginnen *), und hielt es für sehr wahrscheinlich, das als das Product einer völligen Zertrümerung und Zersplitterung des angränze Ganges Gottes-Segen-macht-reich zu betrachten seien. A. v. Weissenb gedachte ihrer in seinen Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse, 1836, S bis 40, und hob es hervor, dass die im Gebiete derselben aufsetzenden Hauptg innerhalb der Flötztrümerzone meist nur aus gestauchtem Gneisse, sowie aus let Salbändern und aus Klüften bestehen, welche letztere die Flötztrümer bisw durchschneiden und verwerfen. C. v. Beust, der die Wichtigkeit dieser F trümerzüge für den Freiberger Bergbau vollkommen erkannte, hat sie von die Gesichtspuncte aus in zwei Heften besprochen, welche unter dem Titel: Uebe Gesetz der Erzvertheilung auf den Freiberger Gängen, in den Jahren 1855 1858 erschienen sind. B. v. Cotta besprach sie im zweiten Theile seiner L von den Erzlagerstätten, 1861, S. 686 f. Die neuesten Mittheilungen über sie H. Müller, in den Beiträgen zur geognostischen Kenntniss des Erzgebirges, Hef 1869, S. 51 ff., wo denn schliesslich hervorgehoben wird, dass das Vorkom der Flötztrümer immer auf die Nähe gewisser Erzgänge beschränkt sei, und zwar die Spaltenbildung derselben unabhängig von jener dieser Gänge gefunden habe, dass aber die Ausfüllung ihrer Spalten von diesen Nachbargä aus erfolgt sein dürfte.

Das Trümernetz des Stockwerkes von Seiffen unweit Sayda im Erzgel scheint nach der Beschreibung, welche Charpentier und später Lind davon gegeben haben **), ein kleines Seitenstück zu den Habachter Flötztrün zu liefern. Der dortige Gneiss war nämlich nach allen Richtungen von Qu trümern durchflochten, welche sich unter einander kreuzen, schaaren, sch pen, verwerfen und zerschlagen, und an ihren Salbändern Zinnerz führen, dem auch der Gneiss imprägnirt war. Das Flechtwerk dieser Lagerstätte ko nur steinbruchsweise abgebaut werden; südwestlich von ihr setzen mehre sie zustreichende Gänge auf, welche Quarz und etwas Fluorit, sowie ober des tiefen Stollens Zinnerz und Eisenglanz, unterhalb desselben aber Kupfe und Buntkupferkies führen, mit voller Mächtigkeit bis an das Stockwerk he setzen, sich dort zertrümern und gänzlich verlieren. Gleichwie die Habac Gänge aufwärts, so scheinen sich die Seiffener Gänge seitwärts, od der Richtung des Streichens, zu einem Trümernetze aufzulösen.

Aehnliche Trümernetze beschreibt Burat aus der Gegend nordöstlich Tenès in Algerien. Die den Macigno durchflechtenden Trümer bestehen aus E spath, Brauneisenerz und Kupferkies, und stammen von grösseren verticalen Gä ab, welche von beiden Salbändern aus zunächst auf Schichtungsfugen lat Trümer aussenden, die sich in ihrem weiteren Verlaufe nach verschiedenen I tungen verzweigen und anastomosiren.

Noch haben wir gewisser Vorkommnisse zu gedenken, welche viell auch in das Capitel von den Structur-Verhältnissen der Gänge verwiesen we könnten; es sind diess die von Charpentier unter dem Namen Flö

---

*) Auch Stifft erwähnte sie als eine »Abweichung«, welche die Werner'sche Th nicht zu erklären vermöge; in v. Moll's Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde, I 1807, S. 377.

**) Charpentier, in der Mineralogischen Geographie, S. 133, und Lindner, i Arbeit Nr. 99 des Archives der geognostischen Landesuntersuchung zu Freiberg.

klüfte, später von A. v. Weissenbach unter der sachgemässeren Benennung Quertrümer eingeführten Gebilde. In der Hauptsache hat man bei diesen Namen an Trümer oder auch an blose Klüfte zu denken, welche quer durch den Körper eines geschlossenen Erzganges hindurchsetzen, und denselben, wenn sie mehrfach über einander vorkommen, in lauter parallele Lagen abtheilen. Da Charpentier in einigen Fällen beobachtet hatte, dass sie ihrer Lage nach mit den Schichtungsfugen des Nebengesteins zusammenfielen, so nannte er sie Flötzklüfte; er hielt sie für eine allgemeine und wesentliche Eigenschaft der Erzgänge überhaupt, bemerkte, dass sie oft eine Verwerfung derselben bewirkt haben, gedenkt aber nur eines Beispiels vom Halsbrückner Gange, wo eine solche Kluft als ein wirkliches zollstarkes Erztrum ausgebildet war*). Richtiger hat wohl v. Weissenbach die Sache aufgefasst, und demgemäss diese Vorkommnisse mit dem Namen Quertrümer oder Querklüfte belegt. Sie bilden nach ihm eine sehr gewöhnliche (jedoch keinesweges allgemeine, sondern nur locale) Erscheinung, stehen in gar keinem Zusammenhange mit den Schichtungsfugen des Nebengesteins, durchsetzen aber den Gangkörper ziemlich rechtwinkelig auf die Gangebene (oder Falllinie?). Wenn es blos leere Klüfte sind, so theilen sie bei vielfacher Wiederholung den Gangkörper in lauter parallele, bisweilen kaum halbzolldicke Lagen; sie kommen aber auch ausgefüllt mit krystallinischer Gangmasse vor, als wirkliche Quertrümer, welche dann gewöhnlich die Gangarten und Erze einer jüngeren Bildungsperiode enthalten. Vermuthlich sind diese Querklüfte in Folge einer inneren Contraction der Gangmasse selbst entstanden**).

Alles was in gegenwärtigem Paragraphen über Gabelung und Trümerbildung gesagt worden ist, bezieht sich zwar zunächst auf die Erzgänge, findet aber auch grossentheils seine Anwendung auf die eruptiven Gesteinsgänge. Eine Gabelung derselben ist nicht selten zu beobachten, und eine terminale Zertrümmerung kommt zumal bei manchen Granit- und Basalt-Gängen in ausgezeichneter Weise vor. Ganz besonders aber sind es die den *flat-veins* oder *pipe veins* entsprechenden Ausläufer auf Schichtungsfugen, welche bei den eruptiven Gesteinsgängen eine grosse Bedeutung gewinnen, weil sie die sogenannten Lagergänge, oder die intrusiven Lager derselben bilden.

Wenn die der Bildung eines eruptiven Gesteinsganges vorausgehende Spaltung quer durch ein horizontales oder nur wenig geneigtes Schichtensystem erfolgte, so werden durch die damit verbundene Gewalt die Schichten da und dort auf den Schichtungsstufen etwas gelüftet und angehoben worden sein, wodurch denn diese Fugen zu Seitenspalten erweitert wurden, welche die Bildungsräume für mehr oder weniger mächtige seitliche Gangtrümer in der Form von intrusiven Lagern lieferten. Dasselbe wird der Fall gewesen sein, wenn in einem verticalen oder steil aufgerichteten Schichtensysteme die Aufspaltung entweder unmittelbar in der Richtung einer Schichtungsfuge erfolgte, oder in eine solche

*) Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze, S. 62 bis 69, auch S. 90.

**) A. v. Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse. S. 45 f.

abgelenkt wurde; auch dann wird das nachdrängende eruptive Material durch Ausfüllung der so enstandenen Spalten unzweifelhafte Lagergänge bilden.

Auf solche Weise sind theils in kleinerem Maassstabe lagerähnliche Trümer, theils in grösserem Maassstabe förmliche, oft mächtige und weit fortsetzende Lagergänge eruptiver Gesteine zur Ausbildung gelangt, welche natürlich irgendwo seitwärts oder abwärts mit anderen Gängen oder mit sonstigen Ablagerungen desselben eruptiven Gesteines zusammenhängen müssen. Die Granite, Grünsteine, Porphyre, Basalte u. s. w. liefern uns zahlreiche Beispiele, und der Aufbau mancher grösseren Vulcane und vulcanischen Gebirge ist wesentlich mit durch derartige Einschaltungen von intrusiven Lavalagern gefördert worden.

Da bei der Beschreibung der plutonischen und vulcanischen Formationen schon viele Beispiele aufgeführt worden sind, so mögen hier nur noch einige wenige erwähnt werden. Ein sehr im Kleinen ausgebildetes Beispiel liefern die von Visquenel beschriebenen Basaltgänge am Puy de Montaudou unweit Clermont; sie setzen in geschichtetem Basalttuffe auf, und haben auf dessen Schichtungsfugen kleine *filons-couches* hinausgetrieben, welche 3 bis 6 Centimeter stark beginnen, sich aber schon nach eben so vielen Decimetern auskeilen (*Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* III, *p.* 16). Weit bedeutender sind die lagerähnlichen Basalt-Injectionen, wie sie z. B. auf den Inseln Coll und Barra im Gneisse, an der Halbinsel Trotternish auf Skye in Schichten der Juraformation, und an so vielen anderen Puncten der Hebriden und Schottlands vorkommen, worüber Boué in seinem *Essai géologique sur l'Ecosse*, und Maculloch in der *Description of the Western Islands* gar viele Beobachtungen mitgetheilt haben *). Noch neuerdings beschrieb Geikie dergleichen horizontale Lagergänge (*intrusive sheets*) von Anamesit und Basalt an der Ostküste der Insel Eigg, bemerkt zwar, dass sie auf Skye, Raasay und Mull weit ausgezeichneter vorkommen, nennt aber doch eine Localität (Ault-na-horsta-mian), wo mehr als 20, theils sehr schmale, theils bis 6 oder 8 Fuss mächtige intrusive Lager von Dolerit, Anamesit und Basalt zwischen Gesteinen der Juraformation eingeschaltet sind; *Quarterly Journal of the geol. soc. vol.* 27, 1871, *p.* 297. Auch Sartorius v. Waltershausen führte in seiner Abhandlung über die submarinen Ausbrüche des Val di Noto mehre hierher gehörige Erscheinungen an.

Endlich hat auch die, bei Erzgängen bis jetzt nur sehr selten beobachtete Ausbreitung oder überfliessende Ergiessung ihres Materiales auf der jedesmaligen Erdoberfläche bei den eruptiven Gesteinsgängen sehr häufig Statt gefunden, indem ja die Spalten dieser Gänge die Ausflusscanäle für das aus der Tiefe heraufdringende Material lieferten, welches sich zuletzt an der Erdoberfläche in der Form von Strömen, Schichten oder Decken ausbreitete.

*) Auch v. Dechen und v. Oeynhausen gaben in ihren trefflichen Abhandlungen über Skye und Eigg interessante Beschreibungen und Bilder zur Erläuterung des Zusammenhanges zwischen Gängen und Lagergängen von Trapp; so vom Irishman Point auf Skye, wo eine 15 Fuss hohe, auf fast horizontalem Lias liegende flache Trappkuppe sich seitwärts als ein 5 Fuss mächtiges Lager zwischen die Liasschichten hineinzieht, während sie nach unten mit zwei Trappgängen zusammenhängt; und ein anderes Beispiel von der Bay of Leig auf Eigg, wo vier fast senkrechte Trappgänge durch ein 3 bis 4 Fuss mächtiges horizontales Trapplager mit einander verbunden werden.

## Viertes Capitel.

### Material der Gänge überhaupt und der Erzgänge insbesondere.

#### §. 531. *Gesteinsgänge und einfache Mineralgänge.*

Es wurde bereits oben S. 524 erwähnt, dass die Gänge überhaupt nach ihrem vorwaltenden oder auch besonders werthvollem Ausfüllungsmateriale als Gesteinsgänge, Mineralgänge und Erzgänge unterschieden werden, wobei denn freilich die auf S. 459, bei der gleichnamigen allgemeinen Unterscheidung der untergeordneten Gebirgsglieder ausgesprochene Bemerkung abermals ihre Anwendung findet, dass solche Unterscheidung weder streng durchzuführen, noch in ihrem wörtlichen Ausdrucke ganz correct ist; hat man sich aber erst über die Bedeutung derselben verständigt, so wird man sie immerhin gelten lassen können.

Was nun zuvörderst die Gesteinsgänge betrifft, so bestehen solche am oftesten aus eruptiven Gesteinen, und zwar besonders aus Granit, aus verschiedenen Porphyren, aus Grünsteinen (Diabas oder Diorit), aus Gesteinen der Trachyt- und der Basaltfamilie, zu welchen letzteren auch die sogenannten Wacken gehören*). Da sie, als Dependenzen gewisser eruptiven Formationen, schon bei der Betrachtung dieser berücksichtigt worden sind, so verweisen wir wegen ihrer auf die betreffenden Abschnitte des zweiten Bandes, und, was die tertiären Eruptivformationen anlangt, auf S. 319, 325, 330 und 377 des gegenwärtigen Bandes, indem wir nur noch die allgemeine Bemerkung hinzufügen, dass die eruptiven Gesteinsgänge wohl in der Regel anogene, oder von unten nach oben injicirte, und nur selten katogene, oder von oben her eingefüllte Gänge sind.

Ausser dem eruptiven Gesteine, welches in jedem Falle ihr hauptsächliches Material bildet, enthalten sie nicht selten grössere oder kleinere, scharfkantige Fragmente des Nebengesteins, bald nur einzeln, bald zahlreich, ja bisweilen in solcher Menge, dass der betreffende Gang stellenweise wie eine Breccie erscheint. Diese Fragmente sind theils bei der ersten Spaltenbildung, theils durch die Gewalt der Eruption und der sie begleitenden Erschütterungen von den Wänden der Gangspalte losgesprengt und in das noch flüssige eruptive Material eingeknätet worden. Da nun das Nebengestein in verschiedenen Tiefen der Gangspalte sehr verschieden sein kann, und das eruptive Material aufwärts bewegt wurde, so sind auch bisweilen Fragmente der in der Tiefe anstehenden Gesteine bis in das höhere, der Beobachtung zugängliche Niveau heraufgeschleppt worden, was denn einen augenscheinlichen Beweis dafür liefert, dass das Material dieser Gänge aus der Tiefe heraufgedrungen ist. — Bisweilen erhalten die eruptiven Gesteinsgänge auch den Charakter von Erzgängen, indem

*) In manchen Erzgangrevieren, wie z. B. bei Annaberg, Johanngeorgenstadt, Oberwiesenthal, Joachimsthal sind Wackengänge ziemlich häufig; die ähnlichen Gänge bei Marienberg wurden oft unter dem unpassenden Namen Kalkgänge aufgeführt.

sie diese oder jene Erze in der Form von Nestern, Nieren, Trümern und Adern, oder auch derb und eingesprengt enthalten.

Weit seltener finden sich Gänge, welche von klastischen sedimentären Gesteinen gebildet werden, und wohl stets als katogene Bildungen zu betrachten sind. A. v. Weissenbach nannte sie Sedimentärgänge, und rechnete dahin alle von der Erdoberfläche herein mit Sand und Geröll erfüllten Spalten in älteren Gesteinsablagerungen, die kurzen Trümer von Plänermergel in Klüften des Granites bei Zscheila und des Syenites bei Koschütz unweit Dresden, die von Strangways südlich von Petersburg in Gesteinen der Silurformation beobachteten Thon- und Sandgänge *) u. s. w. Es dürfte hinreichend sein, nur wenige Beispiele zu erwähnen.

Die von Strangways beschriebenen Thongänge finden sich am Wege von Petersburg nach Strelna in den Schluchten der Ivanowka, Coirovka und Crasninka, im blauen Thone der dortigen Silurformation; sie sind 3 bis 6 Zoll mächtig, theils vertical, theils geneigt, oft gekrümmt, gelb und in der Mitte durch eine eisenschüssige Kluft in zwei Theile getrennt, dabei etwas härter als der Blauthon, weshalb sie im Flussbette selbst oft 5 bis 6 Zoll hervorragen. An der Pulkovka setzen im silurischen Kalksteine ein paar verticale, etwa 2 Fuss mächtige, aus Sand und Geschieben bestehende Gänge auf. *Transactions of the geol. soc. vol.* 5, *p.* 407.

Sandsteingänge sind mehrfach beobachtet worden, dürften aber wohl bisweilen Gänge eines lockerkörnigen Quarzites sein. So beschrieb Keilhau von Vardöe in Finmarken einen 2 bis 3 Fuss mächtigen Gang von grünlichem sandsteinartigem Quarz, welcher 70° in Südwest fallend, die unter 30° in Nord einfallenden Thonschiefer- und Quarzitschichten scharf durchschneidet, und diesen Quarziten durchaus gleicht. *Gaea norvegica, I,* S. 269. Göttmann berichtet, dass im südöstlichen Ungarn, bei Turcz, Tarna und Visk unweit Nagy-Szöllös zahlreiche, 1 bis 3 Lachter mächtige Sandsteingänge vorkommen, welche die dortigen Erzgänge durchsetzen und verwerfen, vorherrschend aus kleinen Quarzkörnern bestehen, eine zerreibliche Consistenz besitzen, stets in dünne Lagen geschichtet sind, und der Molasse der dortigen Gegend ganz gleichen. Berichte über Mittheilungen von Freunden der Naturwiss. von Haidinger, B. III, 1848, S. 3. Alberti beschrieb einen Sandsteingang von der Mosesgrube bei Reinerzau im Schwarzwalde; derselbe setzt im Granite auf, und ist auf mehr als 40 Meter Länge verfolgt worden; in der Mitte war er fast 9 Decimeter mächtig, keilte sich aber nach beiden Seiten aus, führte an beiden Salbändern Lettenbestege, bestand jedoch aus einem röthlich- und gelblichweissen Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, welcher von dem Kieselsandsteine bei Freudenstadt, einem Gliede des Vogesensandsteins, nicht zu unterscheiden ist. Halurgische Geologie, B. I, S. 552. Strickland gab eine Mittheilung über merkwürdige Sandsteingänge bei Ethie in Ross-Shire. Sie setzen in Liasschiefer auf, dessen Schichten anfangs nur wenig geneigt sind, sich aber allmälig aufrichten, und zuletzt, nahe vor dem Gneisse, fast senkrecht stehen; zwei dieser Gänge sind den Schichten parallel; zwei andere, 1 und 2 Fuss mächtige, welche in den sehr steilen Schichten gleichfalls steil aufgerichtet sind, verzweigen sich stellenweise in das Nebengestein; alle bestehen sie aus einem mit Kalkspath imprägnirten Quarzsandstein, dessen Bruchflächen den Kalkspath schillernd hervortreten lassen. *Trans. of the geol. soc. of London,* [2], *vol.* V, *p.* 599.

Auch von Conglomerat und von Breccien gebildete Gänge kommen vor, wobei wir jedoch weder die bisweilen in den Erzgängen erscheinenden Conglo-

*) Gangstudien, herausgegeben von B. v. Cotta, B. I, 1847, S. 16 ff.

meratmassen noch die Reibungsbreccien im Sinne haben, welche nicht selten die eruptiven Gesteinsgänge begleiten. Eines der grossartigsten Beispiele erwähnt Steininger aus den Ardennen, wo zwei mächtige Spalten mit Conglomerat ausgefüllt sind. Die eine durchschneidet östlich von Malmédy bei Xerdomont das Schiefergebirge senkrecht, und zieht sich über Recht bis in den Wald östlich von Vieil-Salm; sie ist ein paar hundert Fuss breit, und mit festem Quarzconglomerat ausgefüllt, dessen sehr zerklüftete Felsen auf der Haide zwischen Xerdomont und Recht, sowie aus den Gehängen des Warchethales hoch aufragen; ein ähnlicher, jedoch nur 30 Fuss mächtiger Gang durchschneidet das Grauwackengebirge bei dem Dorfe Pepinster, und streicht bis in die Gegend von Theux. Geognost. Beschr. der Eifel, 1853, S. 8. — Brecciengänge kommen besonders in Kalksteingebirgen vor, und sind wohl gewöhnlich als das Product einer, längs der Gangspalte eingetretenen Verwerfung und gewaltsamen Zertrümmerung der Spaltenwände zu betrachten. So z. B. die von Weawer im Kohlenkalksteine des südöstlichen Irland, in der Lougshinny-Bay und am Vorgebirge Drummahaugh beobachteten Gänge, welche bis 4 Fuss mächtig sind, aus Kalkstein- und Schieferthonfragmenten mit Kalkspathcäment bestehen, und gewiss nicht von oben eingefüllt sind, wie Weawer glaubt. *Trans. of the geol. soc. vol.* V, *p.* 262.

Interessanter als diese von klastischen Gesteinen gebildeten Gänge sind die aus krystallinischen Mineralien bestehenden sogenannten Mineralgänge, von welchen einige sehr häufig vorkommen, während andere zu den selteneren Erscheinungen gehören*). Am häufigsten finden sich Gänge von Quarz in seinen verschiedenen Varietäten, zumal als gemeiner Quarz und als Hornstein; nächst ihnen erscheinen nicht selten Gänge von Baryt, Fluorit, Calcit und Dolomit, dagegen nur selten solche von Phosphorit, Strontianit, Gyps und anderen Mineralien.

Gewiss ist es eine sehr beachtenswerthe Thatsache, dass die zuerst genannten fünf Mineralien auch in den Erzgängen eine recht wichtige Rolle spielen; es giebt sich uns hierin eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen den sogenannten Mineralgängen und den Erzgängen zu erkennen, welche letztere grossentheils gar nichts Anderes als erzführende Mineralgänge sind, auch durch allmäliges Zurücktreten und endliches Verschwinden der Erze, bald in der Richtung des Streichens, bald in der Richtung des Fallens in gewöhnliche, d. h. in erzfreie Mineralgänge übergehen können. Daher nannte L. Schmidt diese Mineralgänge taube Ganggesteinsgänge, im Gegensatze zu den eigentlichen Erzgängen, und knüpfte daran die Bemerkung, dass die ersteren in ihrem Mineralbestande sehr häufig mit denen in derselben Gegend vorkommenden Erzgängen übereinstimmen, und wahrscheinlich nur als die tiefsten Theile derselben zu betrachten sein dürften.

*) Da die meisten Mineralien, aus denen diese Gänge bestehen, als sedimentäre Gebilde auch in Lagern, und einige derselben sogar in mächtigen Schichtensystemen auftreten, so könnte man sie füglich zu den Gesteinen, und demgemäss die von ihnen gebildeten Gänge zu den Gesteinsgängen rechnen, welche dann als eruptive und sedimentäre Gesteinsgänge zu unterscheiden wären; die letzteren würden dann weiter in klastische und krystallinische zerfallen.

»Betrachten wir, sagte er*), die bekannten Tiefsten der abgebauten Erzgänge solcher Erzreviere, in denen taube Ganggesteinsgänge aufsetzen, so werden wir bemerken, dass solche mehrentheils mit den letzteren übereinstimmen.« So finde man z. B. bei Riechelsdorf reine Barytgänge, und im rheinischen Grauwackengebirge reine Quarzgänge; dort aber führen die Gangtiefsten fast nur Baryt, und hier fast nur Quarz, woraus man wohl schliessen könne, »dass die tauben Gesteinsgänge, wenn sich an ihnen jene Uebereinstimmung bemerken lässt, nichts anderes als die Tiefsten solcher Erzgänge sind, deren edler oberer Theil bei der Umbildung der Erdoberfläche mit weggerissen wurde«.

Uebrigens ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass sich zwei oder mehre der genannten Mineralien zugleich an der Bildung eines und desselben Ganges betheiligen, in welchem Falle sie entweder lagenweise mit einander abwechseln, oder auch regellos durch einander vorkommen; namentlich finden sich Quarz, Fluorit und Baryt besonders häufig entweder paarweise, oder alle drei zusammen auf einem und demselben Gange.

Quarzgänge bilden unstreitig die häufigsten Mineralgänge; ihr Gestein besteht meist aus deutlich krystallinischem Quarze, ist nicht selten drusig und zeigt dann krystallisirten Quarz, Bergkrystall oder Amethyst, erweist sich oft eisenschüssig, daher roth oder gelb gefärbt, geht aber auch bisweilen in Hornstein oder Jaspis über, wodurch dann weitere Uebergänge in Chalcedon und Achat vermittelt werden. Sie finden sich besonders im Gebiete von Granit, Gneiss und anderen älteren Gesteinen, auch als Contactgänge auf der Gränze von Granitablagerungen, oder als Begleiter von Porphyrgängen. Wo sie aus dem Granite in Gneiss oder in andere Gesteine übersetzen, da lassen sie keine wesentlichen Veränderungen erkennen, was wohl, eben so wie ihre oft sehr bedeutende Mächtigkeit hinreichend beweist, dass sie ihr Material nicht aus dem Nebengesteine bezogen haben können, sondern nur als die Producte kieselhaltiger Quellen zu betrachten sind.

Einige Beispiele von mehr oder weniger mächtigen Quarzgängen wurden bereits oben (S. 535) erwähnt. Im bayerischen und böhmischen Waldgebirge sind sie sehr zahlreich vorhanden; der Quarzgang von Beudel unweit Tirschenreuth setzt fast senkrecht 7 Stunden weit fort durch Granit, Gneiss und Hornblendgestein; und ein von Lanz (nordöstlich von Neustadt an der Waldnaab) bis nach Waldau reichender Gang folgt der Gränze des Granites gegen den Gneiss und Hornblendschiefer; die vielen Quarzgänge nordwestlich von Stallwang finden sich theils im Gneisse, theils im Granite, theils auf der Gränze beider Gesteine**). Die nahen Beziehungen vieler Quarzgänge zu Porphyrgängen sind im zweiten Bande, S. 707 f. erwähnt, und an mehren Beispielen erläutert worden; ein paar andere beschrieb H. Müller im Neuen Jahrb. für Mineralogie, 1859, S. 746. Aber auch zu Erzgängen finden insofern Beziehungen Statt, wiefern manche Quarzgänge in ihrem weiteren Verlaufe Erze aufnehmen und dadurch zu Erzgängen werden.

Fluoritgänge, d. h. solche Gänge, welche gänzlich oder doch sehr vorwaltend aus Fluorit bestehen, kommen weit seltener vor, als Quarzgänge, enthalten aber gewöhnlich etwas Quarz oder Baryt, auch wohl Spuren von Erzen, und nähern sich dadurch den Erzgängen. In Teutschland kennt man schon lange

*) In seinem Werke: Theorie der Verschiebung älterer Gänge, 1810, S. 84 ff.

**) Gümbel, in der Geognostischen Beschr. des ostbayerischen Gränzgebirges, S. 649 f.

dergleichen Fluoritgänge am Thüringer Walde und am Harze. Wenn man bedenkt, dass sie zum Theil durch mehre verschiedene Gesteine hindurchsetzen, dass sie oft aus abwechselnden Lagen von Fluorit und Quarz oder Baryt bestehen, und dass bisweilen in demselben Nebengesteine ganz nahe bei einander Fluorit- und Barytgänge aufsetzen, so wird man sich kaum geneigt fühlen, ihr Material aus dem Nebengesteine zu deriviren.

Am Flossberge bei Liebenstein am Thüringer Walde findet sich ein Fluoritgang, welcher nicht nur wegen seiner grossen Mächtigkeit, sondern auch deswegen merkwürdig ist, weil er am Abhange des Berges stellenweise in 20 bis 40, ja nach L. v. Buch sogar in bis 60 Fuss hohen Felsenkämmen aus dem Gneisse aufragt. Derselbe besteht vorwaltend aus grünem Flussspath und etwas zelligem Quarze, welcher letztere zugleich mit etwas Brauneisenerz auch die Salbänder bildet. Er setzt theils im Gneisse, theils im Granite auf, erreicht nach Heim am Flossloche, ungerechnet vieler Seitentrümer, 40 Fuss Breite, nach Krug v. Nidda aber überhaupt wohl bis 20 Lachter grösste Mächtigkeit, und lässt sich vom Elmersgehege bei Steinbach über den Flossberg weithin verfolgen. Heim, Geol. Beschr. des Thüringer Waldgebirges, II, S. 127 ff. Krug v. Nidda in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 11, S. 66 f.*)

Bei Rottleberode, südlich von Stolberg am Harze, setzt im Grauwackenschiefer senkrecht ein 8 Lachter mächtiger Gang auf, welcher aus reinem grünem oder weissem Flussspathe besteht, und den Zuschlag zu dem Mansfelder Hüttenbetriebe liefert. Nordöstlich von Stolberg bei Strasberg findet sich ein ähnlicher, 4 bis 5 Lachter mächtiger Gang, und bei Lauterberg, am südlichen Rande des Harzes, wurde in der Flussgrube ein bis 6 Fuss breiter Gang abgebaut, welcher auch Baryt und etwas Kupferkies führt. Lasius, Beobb. über das Harzgebirge, 1789, S. 345; Schultz, Karsten's Archiv, B. 4, 1821, S. 262 f.

Gümbel beschrieb die Fluoritgänge von Wölsenberg unweit Naabburg in Bayern. Es sind zwei Hauptgänge, welche im Granit aufsetzen, und durch vielfache Nebentrümer ein verzweigtes Gangsystem bilden**). Ausser dunkelblauem Fluorit, als dem vorwaltenden Minerale, findet sich noch besonders rother hornsteinartiger Quarz, welcher auch an beiden Salbändern die erste Lage bildet, worauf dann Fluorit und Quarz mehrfach abwechseln, bis endlich der erstere vorwaltet, und nebst einer Barytlage die Mitte des Ganges abschliesst. Der eine Gang bei Wölsenberg ist $3^1/_2$, der andere bei Wölsendorf 4 bis 5 Fuss mächtig; sobald dieser letztere in seiner südöstlichen Fortsetzung in den Gneiss eintritt, beginnt er Bleiglanz aufzunehmen, und wird zu einem Erzgange. Geognostische Beschr. des ostbayerischen Gränzgebirges, S. 516 ff.

Einigermaassen ähnlich dem Liebensteiner Gange in seinen Formen, aber durch den reichlichen Quarzgehalt schon mehr als ein Uebergangsglied zwischen Quarzgängen und Fluoritgängen charakterisirt, ist der bei Pontgibaud in Frankreich unter dem Namen *Cornet* bekannte Gang, welcher aus dem Glimmerschiefer-Plateau an 60 Meter hoch aufragt, und mit einem ganzen Systeme von ähnlichen Gängen in Verbindung zu stehen scheint. Der Quarz findet sich in allen Varietäten, von was-

---

*) Auch L. v. Buch gedachte dieses Fluoritganges als einer ganz ausserordentlichen, sehr merkwürdigen und sehenswerthen Erscheinung; in C. v. Leonhard's Mineralogischem Taschenbuche für 1824, S. 457; ebendaselbst erwähnt er auch die Harzer Vorkommnisse, S. 487 ff.

**) Der dunkelviolblaue Fluorit von Wölsenberg ist bekannt wegen des scharfen Geruchs, den er beim Reiben entwickelt, und welcher nach Schönbein durch Antozon, nach Wyrouboff durch eine Kohlenwasserstoff-Verbindung bedingt wird.

serhellen Krystallen bis zu dunklem Hornstein, und der reichlich vorhandene violblaue oder grüne Fluorit muss offenbar gleichzeitig mit ihm gebildet worden sein. Fournet, im *Traité de Géognosie par Burat, t. III, p.* 568.

Wahrscheinlich ist der von Des-Cloizeaux in den Pyrenäen zwischen Gabas und Penticosa beobachtete, aus Fluorit bestehende Hügel gleichfalls ein gangartiges Gebilde. Neues Jahrb. für Min. 1863, S. 201.

Barytgänge kommen wohl häufiger vor als Fluoritgänge, führen aber gewöhnlich auch Quarz oder Fluorit, wie denn überhaupt diese drei Mineralien so oft mit einander vergesellschaftet sind. Auch nehmen die Barytgänge nicht selten metallische Mineralien auf, und gehen dadurch in Erzgänge über, welche fast an allen Orten ihres Vorkommens einen eigenthümlichen Charakter besitzen. Da sie in den verschiedensten Gesteinen aufsetzen, so ist ihre Bildung wohl schwerlich durch eine Auslaugung des Nebengesteins zu erklären.

Bekannt ist der Barytgang bei Schriesheim unweit Heidelberg in Baden*). Derselbe setzt nach Cohen auf der Gränze zwischen Granit und verkieseltem Porphyr auf, fällt 75° in Südwest, ist 7 bis 10 Fuss mächtig, besteht ganz vorwaltend aus Baryt, hält aber auch Fluorit, Quarz und in der Tiefe Eisenkiesel. Bei Altenbach kommt ein ähnlicher, aber höchstens nur 3 Fuss mächtiger Barytgang gleichfalls auf der Gränze des Granites und Porphyrs vor.

Am Thüringer Walde kommen nördlich von Schmalkalden viele Barytgänge vor. Die Mommel, eine colossale Eisenerzlagerstätte bei Herges, wird der Länge nach von einem mächtigen Barytgange durchsetzt, und im Thale bei Brotterode sind an den Granitwänden mehre Gänge entblöst, welche theils aus Baryt, theils aus Baryt und Fluorit bestehen. Bei Liebenstein findet sich unweit des vorhin erwähnten Fluoritganges und parallel mit ihm streichend ein Barytgang, welcher in Atterode und nach dem Ochsenstall hinauf 4 bis 10 Fuss mächtig ist; und bei Schweina kennt man mehre Barytgänge, welche theils im Glimmerschiefer, theils im Porphyr und Rothliegenden aufsetzen. Heim, Geol. Beschr. des Thüringer Waldgebirges. II, S. 131 f. und Krug v. Nidda, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. XI, S. 61.

Calcitgänge, theils als körniger Kalkstein, theils als grosskörniger oder stängeliger Kalkspath kommen nicht so gar selten vor, und zwar die letzteren besonders im Gebiete von Kalksteinformationen, wo sie bisweilen in sehr unregelmässigen Formen ausgebildet sind, und ihr Material wohl jedenfalls, ebenso wie die oben S. 518 betrachteten Kalkspathtrümer, aus dem Nebengesteine bezogen haben. Dagegen finden sich die aus körnigem Kalksteine bestehenden Gänge zum Theil im Granite, Gneisse, Glimmerschiefer, Porphyr u. s. w. und zwar in solchen Formen sowie mit solchen Eigenschaften, welche für manche derselben die Ansicht veranlasst haben, dass sie entweder als eruptive Kalksteine, oder auch als losgesprengte, in das granitische oder porphyrische Material eingewickelte, und daselbst umkrystallisirte Schichtenfragmente sedimentärer Kalksteine zu betrachten seien.

---

*) G. Leonhard gab eine Beschreibung in seiner Preisschrift über die Umgegend von Schriesheim, welche auch im Neuen Jahrbuche für Min. 1839, S. 26 ff. erschien. Neuere Beobachtungen von Cohen finden sich in dessen Schrift über die zur Dyas gehörigen Gesteine des Odenwaldes, 1871.

Als ein eruptiver Kalksteingang wird z. B. gedeutet ein von Kjerulf und T. Dahll auf der kleinen Insel Fredsöe am westlichen Hellesund unweit Arendal entdeckter und abgebildeter, 10 Fuss mächtiger, in steil aufgerichtetem Urschiefer aufsetzender Lagergang von weissem körnigem Kalkstein, welcher grosse, scharfkantige und nach allen Richtungen liegende Fragmente des Schiefers umschliesst. Ebenso wird auch der auf den dortigen Magneteisenerz-Lagerstätten vorkommende Kalkspath und Granatfels sammt dem Magneteisenerze selbst für eruptiv erklärt*).

Aehnliche Thatsachen sind im zweiten Bande, S. 88, besonders aber S. 210, erwähnt worden, und beweisen wenigstens so viel, dass es gewisse gangartige Vorkommnisse von körnigem Kalkstein giebt, deren Erklärung sehr schwierig ist.

Vielfach besprochen wurde das gangartige Vorkommen von körnigem Kalkstein an der Bergstrasse bei Auerbach und Bensheim im Grossherzogthum Hessen-Darmstadt. Dort findet sich zwischen Gneiss und Syenit (bei Bensheim nach Voltz in feinkörnigem Granite, der in der Nähe des Ganges in Schriftgranit übergeht, im Hochstetter Thale nach Knop im Gneisse) ein 30 bis 50 Fuss mächtiger Gang von körnigem Kalkstein, welcher sich eine halbe Stunde weit verfolgen lässt. Der Kalkstein ist grosskörnig bis sehr feinkörnig, weiss, blaulich oder auch schwärzlich durch beigemengten Graphit, und hält an seinen Salbändern viel Granat, Vesuvian, Pistazit, Wollastonit und andere Mineralien, auch sehr interessante Perimorphosen von Granat**). Das unmittelbar angränzende Gestein wird oft durch Schriftgranit vertreten, und der Kalkstein umschliesst viele Bruchstücke von stark zersetztem Gneisse. Cäsar v. Leonhard, welcher im Jahre 1833 diesen merkwürdigen Kalksteingang beschrieb, erkannte in ihm Beweise einer eruptiven Bildung, wogegen C. Fuchs, in seiner im Jahre 1860 erschienenen Abhandlung über den körnigen Kalk von Auerbach, die Bildung des Kalksteins durch Auslaugung aus dem Syenite, die spätere Bildung der Silicate aber durch die Einwirkung kieselhaltiger Quellen erklärte.

Andere aus körnigem Kalke bestehende Gänge beschrieb C. v. Leonhard von Niederkirchen bei Wolfstein in Rheinbayern; sie setzen theils in dem dortigen Kohlensandsteine, theils im Diorite auf, meist senkrecht, sind einige Zoll bis 3 und 4 Fuss mächtig, nehmen aber in der Tiefe an Mächtigkeit zu. Ihr Gestein ist meist klein- und feinkörnig, licht fleischroth, mit wellenförmig gewundenen und ringförmigen Zeichnungen von dunkel braunrother Farbe, in deren Mitte gewöhnlich ein kleines zersetztes Dioritfragment steckt. Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 641 ff.

Mächtige Gänge von Kalkspath beobachtete Freiesleben im Lauterbrunner Thale unweit des Staubbaches, auch im Haslithale am ersten Falle des Reichenbaches, und am Schlossberge von Bonneville in Savoyen (v. Moll's Jahrbücher, B. IV, S. 86 f.***).

Pusch beschrieb die im Kalksteine des Sandomirer Gebirges bei Kielce und Checin häufig vorkommenden Kalkspathgänge; sie haben ein sehr unregelmässiges Streichen und Fallen, durchziehen den Kalkstein nach sehr verschiedenen Richtungen, und schwanken in ihrer Mächtigkeit von wenigen Zoll bis zu mehreren Lachtern, so dass bisweilen ganze Felsen aus Kalkspath bestehen. Es ist weisser oder gelber, stängeliger Kalkspath, dessen Stängel rechtwinkelig auf den Salbändern

---

*) *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, B. 11, 1861, 1. Heft, S. 11 u. Taf. 1.

**) Ueber diese Perimorphosen oder Krystallhüllen und über die von ihnen umschlossenen Kerne gab Adolph Knop eine lehrreiche Abhandlung im Neuen Jahrbuche für Min. 1858, S. 33 ff.

***) Vergl. auch oben S. 531, wo ein höher aufwärts im Lauterbrunner Thale befindlicher sehr mächtiger Gang erwähnt wurde, den Freiesleben genau als solchen charakterisirt.

stehen, und oft eine diesen Salbändern parallele schalige Structur bedingen. (Geognostische Beschreibung von Polen, 1833, S. 104).

L. Schmidt erwähnt aus der Gegend von Sechshelden unweit Dillenburg einen 2 bis 3 Lachter mächtigen Gang oder Gangstock von dichtem Kalkstein, welcher senkrecht im Mandelstein aufsetzt, und scharfkantige Bruchstücke desselben enthält, die gerade so unregelmässig liegen, wie die Bruchstücke des Nebengesteins in den Erzgängen. (Karsten's Archiv, B. 4, S. 49 Anm.).

Dolomitgänge sind wohl seltener als Calcitgänge, wie ja überhaupt der Dolomit minder häufig vorkommt, als die verschiedenen Kalksteine. Bisweilen sind sie nichts Anderes, als die längs einer Spalte umgewandelten Theile einer Kalksteinablagerung, und manche solcher metamorphischen Dolomitgänge mögen auch von oben nach unten gebildet worden sein, während von anderen das Gegentheil gewiss behauptet werden kann.

Warmholz berichtet, dass bei Düppenweiler am südlichen Rande des Hunsrücks im Porphyr des Liedermont ein fast lachtermächtiger Gang von gelblichem Braunspath aufsetzt, in welchem Trümchen, Drusen und isolirte Krystalle von Baryt enthalten sind. Auf der Höhe des Liedermont findet sich ein fast senkrechter, ostwestlich streichender, 3 bis 4 Lachter mächtiger Gang, welcher aus fleischrothem oder gelbem grossblätterigem Braunspath besteht. Auch bei Lindscheid unweit Tholey setzt unten im Aphanit ein bis 2 Lachter mächtiger Braunspathgang auf: über dem Aphanit liegt Thonsteinconglomerat, innerhalb dessen der Gang als eine aus Bruchstücken des Conglomerates bestehende Breccie erscheint, deren Bindemittel Braunspath ist. Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 10, 1837, S. 350 und 378. Manche der im ersten Bande S. 764 bis 767 erwähnten Vorkommnisse erinnern gleichfalls an Gänge von Dolomit.

Gypsgänge kommen selten vor; Freiesleben gedenkt eines 8 bis 10 Zoll mächtigen, aus rothem, strahligem und feinkörnigem Gypse bestehenden und 75° in West einfallenden Ganges von Wimmelburg bei Eisleben; Fr. Hoffmann beschrieb zwar einen Gypsgang im Muschelkalke der Seweckenberge bei Quedlinburg; allein Beyrich zeigte, dass es nur ein der Buntsandsteinformation angehöriges Gypslager ist, welches bei der Faltung der dortigen Formationen zwischen die senkrecht aufgerichteten Schichten des Muschelkalkes eingeschoben wurde. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. I, S. 311. Virlet und Boblaye sahen bei Potamos im Thale der Kelephina in Lakonien sehr mächtige Gänge weissen feinkörnigen Gypses im alten Schiefergebirge*).

Gänge von Strontianit kennt man im Kreidemergel bei Hamm in Westphalen. Hädenkamp beschrieb einen solchen, der zwar nur ½ Fuss mächtig war, aber wie eine Mauer aus dem Nebengesteine hervorragte, und Becks beobachtete drei andere von 1 Zoll bis zu 2 Fuss Mächtigkeit, welche an den Salbändern aus Kalkspath, in der Mitte aus Strontianit bestehen, auch wohl noch ein Lettenbesteg führen**).

Phosphorit kommt nach Daubeny und Le Play bei Logrosan in Estre-

*) Freiesleben, Magazin für die Oryktographie Sachsens, Heft 8 und 9, 1837, S. 130. Fr. Hoffmann, Uebers. der orogr. u. geogn. Verhältnisse des NW. Deutschland, S. 541. und Virlet, *Bull. de la soc. géol.* [2], *t. I*, S. 844.

**) Poggend. Ann. B. 50, 1840, S. 189, und Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 14, S. 576.

madura entschieden gangförmig vor; er durchschneidet die Schichten des silurischen Thonschiefers, ist bis 16 Fuss mächtig, über 2 engl. Meilen weit bekannt, hat lagenförmige Gangstructur, und wechselt an seinen Salbändern mit Hornstein; die Lagen winden sich vielfach wie im Bandachate, sind abwechselnd weiss und braun, und von dem Hauptkörper des Ganges laufen Seitentrümer in das Nebengestein *).

Wir beschliessen diesen Paragraphen mit einer kurzen Hinweisung auf das Vorkommen von Gängen kohliger Substanzen.

Gänge von Steinkohlen beschrieb Williams von Castle Leod im schottischen Hochlande, wo fern vom Steinkohlengebirge drei bis vier senkrechte und parallel streichende, 1 bis 4 Fuss mächtige Gänge vorkommen, welche stellenweise aus ganz reiner und compacter Steinkohle bestehen. Die Beschreibung ist so genau und ausführlich, dass die Sache keinem Zweifel zu unterliegen scheint**); denn ausserdem sind dergleichen Angaben von Steinkohlengängen nicht immer unbedingt anzunehmen, weil in manchen Gegenden sehr steil aufgerichtete Kohlenflötze, wegen dieser gangähnlichen Lage, als Gänge bezeichnet werden. Sogar Werner ist diesem Irrthume nicht entgangen, als er das Kohlenflötz bei Wehrau für einen Gang erklärte.

Von der Kerguelen-Insel wird berichtet, dass die dortige Trappformation am Weihnachtshafen viele Gänge von Steinkohlen enthalte, welche 2 Zoll bis 4 Fuss mächtig den Trapp durchsetzen sollen. Fortschr. der Geogr. u. Naturgesch. B. IV, S. 232. Wahrscheinlich sind es grosse Schollen von Braunkohlenlagern, welche der Trapp losgerissen und in sich aufgenommen hat.

Zuverlässiger ist folgende Angabe über den Albertit, ein asphaltähnliches Mineral, welches in der älteren Kohlenformation von Neu-Braunschweig die Spalte eines antiklinen Sattels erfüllt, also einen Gang bildet, der durch den Bergbau schon 1000 Fuss tief verfolgt wurde, ohne an Mächtigkeit abzunehmen. Auf ähnliche Weise kommt das von Wurtz Grahamit genannte asphaltähnliche Mineral in West-Virginia vor. Whitney beschrieb von la Goleta, unweit Santa Barbara an der Küste von Süd-Californien, einen Asphaltgang, welcher die steile, 60 Fuss hohe Uferwand senkrecht durchsetzt, unten $2^1/_2$, oben nur noch $^1/_2$ Fuss dick ist. Peckham, *in The Amer. Journal of science*, [2], *vol.* 48, 1869, S. 364 ff.

Anhangsweise noch eine Bemerkung über den Graphit von Borrowdale bei Keswick. Das Gestein ist Porphyr; in ihm setzen mehre senkrechte, durch Seitenklüfte verbundene Gänge auf, welche aus Kalkspath, Braunspath und Quarz bestehen, und den Graphit in unregelmässigen Nestern enthalten, welche oft sehr gross sind, so dass einmal ein einziges Nest für 3000 Pfd. Sterling lieferte. H. v. Dechen und v. Oeynhausen in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 2, 1830, S. 285.

---

*) Daubeny, im *Quarterly Journ. of the geol. soc. vol. 4, p. 52.*

**) John Williams, Naturgeschichte der Steinkohlengebirge, übersetzt vom Freiherrn v. Danckelmann; 1798, S. 388 bis 394. Die Kohle ist sehr weich und mild, vollkommen rein und glänzend, ausserordentlich fett, brennt lebhaft und schmilzt leicht. Sie bildet in den Gängen Lenticularmassen, welche 1 Fuss mächtig sind, aber sich bald auskeilen. Williams nennt es ein sehr merkwürdiges Phänomen; vielleicht ist es richtiger Asphalt als Steinkohle.

### §. 532. *Material der Erzgänge; Bruchstücke des Nebengesteins.*

Nachdem wir einige Beispiele von sogenannten Mineralgängen, oder von krystallinischen, aber erzfreien sedimentären Gängen kennen gelernt haben, wenden wir uns zur Betrachtung des Materials der eigentlichen Erzgänge. Dasselbe ist sehr verschiedenartig, weshalb es zweckmässig erscheint, gleich anfangs Nebengestein und Ganggestein, Gangarten und Erzarten zu unterscheiden.

Dass das Nebengestein oftmals eine recht wichtige Rolle in dem Bestande der Erzgänge spielt, diess tritt besonders auffallend in den sehr mächtigen zusammengesetzten Gängen*) hervor, von denen jeder in der That nichts Anderes ist, als eine schmale, nach einer bestimmten Richtung vielfach zerspaltene Gesteinszone, deren Spalten mit Gangarten und Erzen erfüllt wurden. Die eigentlichen Gänge in der engeren Bedeutung des Wortes werden durch diese Spaltenausfüllungen dargestellt; da aber die zwischen ihnen enthaltenen Nebengesteinsmassen gewöhnlich mehr oder weniger von Erzen durchtrümert oder imprägnirt sind, so pflegt man, wie v. Cotta sagt, »nicht ohne bergmännische Gründe Alles zum Gange zu rechnen, was noch abbauwürdig ist, und danach seine Mächtigkeit zu bestimmen«, oder die ganze Zone als einen Gang zu betrachten**). Bei derartigen Gängen ist wohl anzunehmen, dass die verschiedenen und oft colossalen Stücke des Nebengesteins zwischen den einzelnen Gängen noch eine mit dem äusseren Nebengesteine ziemlich übereinstimmende Structur, also dieselbe Lage der Schichtung und Schieferung zeigen werden, wie das ausserhalb der Gangzone befindliche Nebengestein.

Die Gänge des Oberharzes bei Clausthal, Zellerfeld und Lautenthal sind dergleichen zusammengesetzte Gänge, welche grossentheils aus colossalen Fragmenten von Grauwacke, Grauwackenschiefer und Thonschiefer, zum grössten Theile aber aus schwarzem bituminösem Gangthonschiefer bestehen; wobei denn nach Ostmann zu bemerken ist, dass die Partieen des Nebengesteins im Gange mit dem äusseren Nebengesteine gleich geschichtet sind, sofern nicht spätere Zersetzungen und Auflösungen ihre Lage verändert haben. Diess wird sich freilich an den mächtigen Gängen von Schemnitz und Kremnitz nicht beobachten lassen, weil solche in dem von vielen Spalten durchrissenen Hornblend-Andesit, also in einem Gesteine ohne Parallelstructur und Schichtung, zur Ausbildung gelangt sind.

Aber auch in den einfacheren und schmäleren Gängen kommen Fragmente des Nebengesteins, oft nur vereinzelt, bisweilen aber in grosser Menge vor, in welchem Falle sie einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des Gangkörpers nehmen. Sie finden sich in allen möglichen Dimensionen, von den kleinsten Brocken bis zu colossalen Blöcken und Schollen; oft erscheinen sie als mächtige, der Gangebene parallel liegende Lenticularmassen mit scharfen keilförmigen Rändern; dergleichen werden von den englischen Bergleuten *horses* oder auch *riders* genannt, weil der Gang auf ihnen gleichsam reitet, indem er

*) Vergl. oben S. 532, wo der Begriff der zusammengesetzten Gänge erläutert wurde.

**) Man vergleiche v. Cotta's treffliche Abhandlung über den Gangthonschiefer von Clausthal, in der berg- und hüttenmännischen Zeitung für 1864, S. 394.

durch sie in zwei Trümer getheilt wird *). Die kleineren Bruchstücke sind theils unbestimmt eckig, theils breit und scheibenförmig.

Gewöhnlich sind die Fragmente noch scharfkantig, nur selten stumpfkantig, oder sogar abgerundet zu förmlichen Geröllen; da nun ihre Zwischenräume in der Regel durch krystallinische Gangarten oder Erze ausgefüllt werden, so bedingen sie die Ausbildung eigenthümlicher Breccien, über welche im nächsten Capitel noch Weiteres mitgetheilt werden wird.

Alle diese Fragmente stammen in der Regel von den zunächst anliegenden Wänden der Gangspalte, wo sie sich während oder nach deren Aufreissung ablösten; da sie jedoch mehr oder weniger tief herabgerutscht oder gestürzt sein können, so wird das Niveau ihres Ablagerungsortes gewöhnlich unter demjenigen ihres Abstammungsortes liegen. Von der sie umhüllenden Gangmasse pflegen sie sich scharf zu unterscheiden, so dass man sie leicht für das erkennt, was sie wirklich sind; nur dann erscheinen sie undeutlich, wenn sie durch Zersetzung in ihrer Farbe und Consistenz verändert und in ihren Contouren vertuscht wurden. Bisweilen berühren sie sich unmittelbar, gewöhnlich aber werden sie durch Gangmasse von einander abgesondert, welche sie nicht selten wie mit regelmässigen Schalen umgiebt.

Bei den scharfkantigen Fragmenten schieferiger oder flaseriger Gesteine hat man besonders darauf zu achten, ob sie in dem Gangkörper so suspendirt sind, dass ihre Parallelstructur der Lage nach mit jener des anstehenden Nebengesteins übereinstimmt, oder ob diess nicht der Fall ist. Im ersteren Falle können sie wohl nur vom Nebengesteine in fester, unverrückter Lage abgerissen worden sein, was eine nachträgliche plötzliche oder allmälige Erweiterung der anfänglich gebildeten Spalte voraussetzt; im anderen Falle, da sie ganz regellos gegen das Nebengestein liegen, sind es losgesprengte und in den Spaltenraum gefallene Bruchstücke. Nach Werner soll das Letztere mehr bei kleineren, das Erstere dagegen bei grossen Bruchstücken vorkommen, deren regelmässige Lage er daraus zu erklären suchte, dass sie herabgerutscht, aber nicht gekollert seien. Jedenfalls aber gewähren diese Fragmente des Nebengesteins, wie L. Schmidt sagte, das sicherste Beweismittel, dass die Gänge einstmals offene Spalten waren, welche fast gleichzeitig mit der allmälig fortschreitenden Oeffnung durch andere Mineralien wieder zugefüllt wurden.

Da die Fragmente des Nebengesteins eine in den Gängen sehr gewöhnliche Erscheinung bilden, so mögen nur ein paar Beispiele erwähnt werden. Die Kobaltgänge bei Schneeberg enthalten nach H. Müller oft grössere Schollen und kleinere Bruchstücke des dort ziemlich wechselnden Nebengesteines; bald finden sich dieselben vereinzelt, bald in grösserer Menge; auf mehren Gängen bilden sie sogar in grosser Ausdehnung die vorherrschende oder alleinige Ausfüllung. Gangstudien, Bd. III, 1857, S. 135. Der Bleiberger Gang zu Mittelacher bei Eckenhagen in

*) So sagte auch Ostmann: zuweilen finden sich grosse Felsstücke von vielen tausend Centnern, grösstentheils oben und unten keilförmig mitten im Gange, wodurch gleichsam ein liegendes und ein hangendes Trum gebildet wird, wie auf der Grube St. Joachim bei Zellerfeld.

Rheinpreussen ist mehrfach auf mehre Lachter weit mit regellos durch einander liegenden, grossen scharfkantigen Grauwackenstücken ausgefüllt, welche oft nur durch einen ganz dünnen, krystallinischen Quarzüberzug verkittet sind, so dass man nicht selten lachterweit zwischen diesen Stücken in den grossentheils unausgefüllt gebliebenen Gangraum hineinsehen kann. Dabei werden oft dünne und lange Splitter der Grauwacke und des Quarzes von einzelnen Barytkrystallen gestützt und getragen. Schmidt, Beiträge zu der Lehre von den Gängen, S. 15 ff. Im Frances-Schacht der *Consols mines* bei Gwennap in Cornwall war der Gang, bei 135 Faden Tiefe, auf eine Länge von mehr als 25 Faden, eine Höhe von 15 Faden, und 8 bis 12 Fuss Mächtigkeit gänzlich mit Schieferfragmenten und dazwischen liegendem Kupfererz erfüllt; die Fragmente waren zum Theil mehre Tonnen schwer, und lagen nach allen Richtungen durch einander, über diesem Trümmerhaufen fand sich eine grosse Höhlung von vielen Faden Länge und Breite. De-la-Beche, *Geol. of Cornwall, p.* 324.

Unbegreiflich erscheint es, wie einige ausgezeichnete Forscher die Wirklichkeit solcher Fragmente des Nebengesteins bezweifeln konnten; es waren freilich dieselben, welche auch die Wirklichkeit der Gangspalten in Zweifel stellten, nämlich Charpentier und Mohs. Wie schon in seiner Mineralogischen Geographie der kursächsischen Lande, so erklärte sich Charpentier noch 21 Jahre später, in seinen Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze, gegen die Anerkennung von Bruchstücken. Er sieht in ihnen nur »eine merkwürdige Vermengung des Gebirgsgesteins mit den Gangarten, bei welcher es das Ansehen hat, als ob lauter abgebrochene einzelne Stücke des ersteren in die Ganglagen eingemengt worden; allein genauer betrachtet finde man sie bisweilen so innig verflösst und übergehend in die Gangmasse, dass keine Gränze anzugeben sei.« Nächstdem hebt er es hervor, dass die grossen Fragmente schieferiger Gesteine ihre Parallelstructur in gleicher Lage und Richtung erhalten haben, wie das in den Gangulmen angränzende Nebengestein, was doch unmöglich der Fall sein könnte, wenn sie in den Gangraum hineingefallen wären*). Auf ähnliche Weise erklärte Mohs in seiner Geognosie S. 327, dass die sogenannten Fragmente des Nebengesteines keine Fragmente seien.

Die beste Widerlegung einer solchen an Pyrrhonismus gränzenden Zweifelsucht gab schon der treffliche L. Schmidt, indem er sagte: »Leider entfernt man sich jetzt zu Gunsten der Ausscheidungs-Hypothese so weit von unumstösslichen Wahrheiten, dass man solche in der Gangmasse inne liegende Bruchstücke nicht mehr gelten lassen will«; und weiterhin: »der grösste Fehler, den wir begehen können, ist der, wenn wir unseren Sinnen nicht mehr trauen, und wenn wir selbst dasjenige, was der blose Anblick lehrt, in Zweifel stellen wollen«. (Karsten's Archiv, B. VI, 1823, S. 11 und 77). An einem anderen Orte bemerkte er, man habe auf den Umstand, dass die Fragmente sich niemals unmittelbar berühren, sondern, wenn sie auch noch so nahe beisammen liegen, stets von Gangmasse umgeben sind, die Hypothese gegründet, dass es gar keine Fragmente, sondern Ausscheidungen seien, und fügte hinzu: »es ist in der That kaum begreiflich, wie die an sich klare und gar keine andere Deutung zulassende Erscheinung der Bruchstücke des Nebengesteins in den Gangmassen so gänzlich missverstanden werden konnte. (Beiträge zu der Lehre von den Gängen, 1827, S. 38

*) Mineral. Geogr. der kursächs. Lande, S. 117, und Beobb. über die Erzlagerstatten, S. 16 ff.

und 39). Auch v. Dechen widerlegte sehr treffend die Zweifel gegen die Realität der Fragmente des Nebengesteins; Zweifel, welche besonders auf ihre völlige Umfassung durch Gangmasse und den Mangel gegenseitiger Berührung, auf ihre Identität lediglich mit dem in gleicher Höhe anstehenden Nebengesteine, und auf ihren (bisweiligen) Uebergang in die gewöhnlichen Gangarten gegründet werden. (Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. X, S. 571 f.).

Was die an ihren Ecken und Kanten abgerundeten Fragmente, die Geschiebe und Gerölle, betrifft, so gehören sie allerdings zu den seltneren Vorkommnissen in den Gängen. Nach v. Weissenbach entstanden sie wahrscheinlich dadurch, dass die beiden durch die Gangspalte von einander getrennten Gebirgsstücke, längs dieser Spalte durch Erdbeben einer längeren oder auch einer wiederholten gegenseitigen Bewegung unterworfen waren, durch welche die in sie gerathenen eckigen Bruchstücke abgerundet wurden, etwa so, wie es mit den Kalksteinstückchen in den sogenannten Schussermühlen geschieht. Das dabei mit abgefallene feinere Zermalmungsproduct wurde durch Verwitterung und Feuchtigkeit zu einer lettenartigen Masse umgebildet. Dass diess wirklich die richtige Erklärung ist, und dass die Gerölle nicht etwa von oben in die Gangspalte gefallen oder eingeschwemmt worden sein können, dafür spricht insbesondere, dass sie nur selten einzeln, sondern gewöhnlich in grösserer Menge beisammen vorkommen, und dass sie dann eine völlig gleiche und mit dem Nebengesteine ganz übereinstimmende Beschaffenheit haben. Auch L. Schmidt betrachtete die an den Kanten und Ecken abgerundeten Bruchstücke des Nebengesteins als die Producte einer in dem Gangraume erlittenen Reibung *).

Einzelne Gerölle scheinen in der That sehr selten vorzukommen; Carne erwähnte dergleichen Granitgerölle (*pebbles*) aus einem Zinnerzgange der Grube Dingdong, und aus einem Kupfererzgange der Grube Huel Alfred in Cornwall **). Aber auch die Haufwerke von Geröllen gehören nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen. Eines der bekanntesten ist wohl dasjenige der Grube Relistian in Cornwall, wo sich auf einem Zinnerzgange, 100 Faden unter der Erdoberfläche eine ungefähr 12 Fuss lange und fast eben so breite und hohe Anhäufung von Geschieben fand, während einzelne derselben noch weit über diese Gränzen hinausreichten; es waren Geschiebe eines chloritischen Schiefers von derselben Beschaffenheit wie das Nebengestein, verbunden durch eine chloritische Masse, in deren Zwischenräumen Zinnerz und Kupferkies vorkamen. Nahe am Cap Landsend kommen mehre Gänge vor, welche Granitgeschiebe halten; besonders ein Quarzgang umschliesst eine grosse Menge derselben.

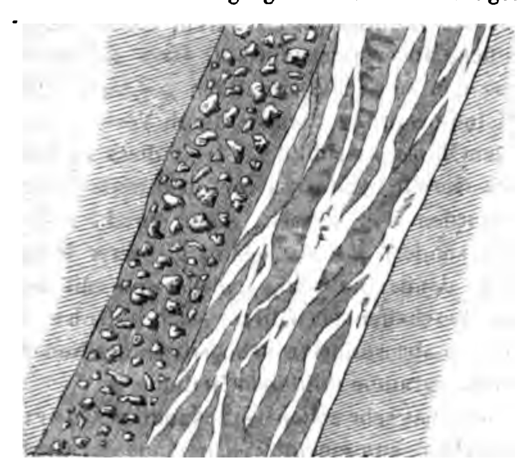
Bei Altenberg in Sachsen ist auf mehren der im dortigen Porphyr aufsetzenden Zinnerzgänge (besonders auf dem Schurfer Gange) das Vorkommen von zahlreichen, $^1/_2$ bis 6 Zoll dicken, ganz festen Kugeln oder Geröllen desselben Porphyrs, innerhalb einer aus demselben Gesteine entstandenen lettigen Gangmasse, etwas sehr Gewöhnliches. In der Nähe dieser Gänge und nur

*) A. v. Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse, S. 11 f. und in den Gangstudien, B. I, S. 27 f.; und Schmidt, Beiträge zu der Lehre von den Gängen, S. 48.

**) *Transactions of the geol. soc. of Cornwall, vol. III, p. 238.*

2 Lachter östlich von der Porphyrgränze findet sich im Gneisse der sogenannte **Kugelgang**, eine $1/2$ Lachter mächtige Anhäufung von theils kleineren, theils über kopfgrossen festen Gneisskugeln innerhalb einer mürben, lettigen Masse desselben Gneisses, die aber durch keine bestimmten Salbänder vom Nebengesteine getrennt ist, auch nicht weit fortzusetzen scheint*).

Merkwürdig ist es, dass dergleichen Anhäufungen von Geschieben bisweilen nur einseitig, an dem einen Salbande eines Ganges auftreten, so dass es scheint, dass sie die Ausfüllung einer Spalte bilden, welche bei der späteren Wiedereröffnung des Ganges längs dieses Salbandes aufgerissen wurde. So gedenkt Werner einer Beobachtung auf dem Danielsstollen zu Joachimsthal, wo sich in 180 Lachtern Tiefe mit dem Eliasgange ein 14 Zoll mächtiger Gang schleppte, welcher fast lauter mehr oder weniger abgerundete Gneissgeschiebe enthielt. Von einem ähnlichen Falle auf der Grube Neuunverhofft-Glück am Luxbache bei Annaberg gab A. v. Weissenbach eine Beschreibung und Abbildung, nach welcher beistehendes Bild copirt ist. Dort wird der aus zersetztem Glimmerschiefer und Baryt-Trümern bestehende Neu-unverhofft-Glücker Gang an seinem hangenden Salbande von einem 10 Zoll mächtigen Kugelgange begleitet, welcher aus kleinen Kugeln und abgerundeten Stücken von Quarz und Glimmerschiefer besteht, die in ein Bindemittel von zersetztem Glimmerschiefer und Letten eingeknätet sind.



Anders sind wohl die höchst merkwürdigen Verhältnisse zu beurtheilen, welche der Erzgang von Huelgoat in der Bretagne nach den anscheinend genauen Beobachtungen von Duhamel zeigt**). Der Hauptgang von Huelgoat ist zwar insofern ein Contactgang, als er meistentheils auf der Gränze des Granites und des schwarzen silurischen Schiefers aufsetzt; allein er wird auf eine bedeutende Strecke an beiden Salbändern von einem 10 bis 12 Fuss mächtigen Conglomerate begleitet, welches

*) A. v. Weissenbach, a. a. O. Der Kugelgang ist also eigentlich kein Erzgang, sondern nur ein längs einer Spalte zerstückelter und zerriebener Streifen des Gneisses, welcher aber, ebenso, wie die vorher erwähnten Gänge, beweist, dass das Gebirge nach seiner Spaltung gewaltsamen Bewegungen unterworfen gewesen ist.

**) Duhamel theilte seine Beobachtungen schon im Jahre 1776 der Pariser Akademie mit, 11 Jahre später in seiner *Géométrie souterraine*, *p.* 43 ff. Die Beschreibung, welche Fournet im dritten Bande von Burat's *Traité de Géognosie*, *p.* 607 gab, stimmt in den wesentlichen Puncten überein. Dass spätere Beobachter das Conglomerat weniger beachtet haben, ist wohl darin begründet, dass sich zur Zeit ihrer Anwesenheit die Baue in einer weit grösseren Tiefe bewegten, wo dasselbe vielleicht gar nicht mehr existirt. Als Duhamel dort war, betrug die Tiefe nur 450 Fuss, Daubuisson fand sie bereits 800 Fuss; der Letztere war geneigt, die Gerölle für Concretionen zu halten, gab aber doch zu, dass im Gange weisse Quarzgeschiebe und schwarze Schieferbrocken vorkommen. *Journal des mines, vol.* 21, 1807, *p.* 88 bis 90

aus Geschieben und Geröllen von Quarz und Schiefer mit einem steinmarkähnlichen Bindemittel besteht, und sich hinab bis zu 500 Fuss, in horizontaler Richtung dagegen nicht weit erstreckt. Der Gang selbst soll nach Duhamel keine Gerölle enthalten, während spätere Beobachter dergleichen angeben; er fällt 60 bis 70° in Ost, ist nach Paillette 1 bis 2, nach Daubuisson im Mittel 3 bis 4 Meter mächtig, soll aber stellenweise bis zu 25 Meter anschwellen, und besteht wesentlich aus Quarz, Zinkblende und Bleiglanz. Duhamel erklärt es für unzweifelhaft, dass der Gang später gebildet wurde, als das Conglomerat, welches wahrscheinlich der silurischen Formation angehört, und von der Gangspalte durchsetzt wurde, die ausserdem der Gränze des Granites und Schiefers folgte.

Im Grünergange bei Schemnitz finden sich nach Faller vom Tage herein längs eines schmalen Raumes bis zu 133 Lachter Tiefe, Quarzgeschiebe, welche Spuren von Bleiglanz und Zinkblende enthalten und bis 4 Zoll im Durchmesser erreichen. Gangstudien, B. IV, 1862, S. 34.

Auf dem Wildewieser Gebirge im Regierungsbezirke Arnsberg in Westphalen setzt bei dem Dorfe Faule Butter ein über 20 Lachter mächtiger, und weit fortstreichender Conglomeratgang durch Grauwacke und Thonschiefer. Derselbe besteht aus theils stumpfkantigen, theils ganz runden, bis anderthalb Fuss grossen Grauwackengeschieben und rothem Letten, hat aber beiderseits ein lachterbreites Besteg von weissem Letten. In schräger Richtung durchsetzt ihn ein fast senkrechter, 3 bis 4 Fuss mächtiger Gang von eisenschüssigem Letten, welcher gleichfalls viele Geschiebe von Grauwacke sowie dichtes Rotheisenerz in Knollen und in derben Massen bis zur ganzen Mächtigkeit enthält; dabei ist es merkwürdig, dass dieser Eisenerzgang an den Lettenbestegen des Conglomeratganges sein Ende erreicht. (Buff, in Nöggerath's Gebirge von Rheinland-Westphalen, B. II, S. 169 f.).

Eben so interessant und eben so leicht erklärlich als die Bruchstücke des Nebengesteines sind die zuweilen vorkommenden Bruchstücke von älterer Gangmasse, welche durch neuere Gangmasse mit einander verkittet sind. Da nämlich der Absatz des Ausfüllungs-Materiales eines Erzganges meist ganz allmälig und in langen Zeiträumen erfolgte, so konnten sich von den zuerst gebildeten Ganggliedern, ebenso wie von dem Nebengesteine, einzelne Schalen und Bruchstücke losziehen und in den Gangraum hineinstürzen; oder es konnte auch ein bereits ausgefüllter Gang eine abermalige Aufsprengung erleiden, wobei seine Masse mehr oder weniger zertrümmert wurde; die so gebildeten grösseren und kleineren Fragmente oder Trümmer werden durch die nach solchem Ereignisse zum Absatze gelangten krystallinischen Gangarten oder Erze zu einer mehr oder weniger festen Breccie verbunden worden sein.

Eines der ausgezeichnetsten und sehr bekannten Beispiele liefert der bekannte Trümmer-Achat von Schlottwitz im Müglitzthale, in welchem grössere und kleinere Fragmente des aus Bandachat bestehenden älteren Gangliedes durch Amethyst und Quarz zu einer sehr festen Breccie verkittet sind. Ein anderes Beispiel erwähnte Werner von der Grube Hilfe Gottes zu Memmendorf, wo ein Gang stellenweise fast aus lauter Fragmenten von Baryt und Strahlkies bestand, welche theils durch Zinkblende und Bleiglanz, theils durch zerfressenen Quarz mit einander verbunden waren. Auf der Grube Segen Gottes, zu Gersdorf bei Rosswein, ist gleichfalls in einem der dortigen Gänge auf mehre Lachter weit ein Trümmergestein vorgekommen, bestehend aus Bruchstücken von Baryt als dem älteren Gangglied, welche durch Flussspath als das neuere Ganglied ver-

kittet waren. Ueberhaupt gehört die Erscheinung keinesweges zu den Seltenheiten; sie ist aber deshalb wichtig und interessant, weil sie beweist, dass die Ausfüllung der meisten Erzgänge sehr langsam erfolgt ist, und dass während derselben viele Gänge eine wiederholte Aufreissung und theilweise Zertrümmerung erlitten haben.

### §. 533. *Erzgänge; Material derselben, Ganggestein.*

Im vorhergehenden Paragraphen sahen wir, dass die Fragmente des Nebengesteines bei manchen Erzgängen eine sehr wichtige Rolle spielen, indem sie das bei weitem vorwaltende Material derselben bilden, wobei sie freilich mehr zu dem äusseren Gerüste, als zu dem wesentlichen Körper des Ganges beitragen, welchen letzteren die zwischen diesen Fragmenten hinziehenden und oft netzartig verzweigten Gangtrümer, als die eigentlichen Repositorien der Gangarten und Erze repräsentiren. Manche Erzgänge bestehen dagegen grossentheils aus eigenthümlichen Gesteinen, welche jedoch nicht sowohl im zertrümmerten Zustande, wie das Nebengestein, sondern in stetiger Ausdehnung einen wesentlichen Antheil an ihrer Zusammensetzung nehmen.

Dahin gehören zuvörderst diejenigen Gänge eruptiver Gesteine, welche durch einen grösseren oder geringeren Gehalt an Erzen vollkommen berechtigt sind, als gangartige Erzlagerstätten betrachtet zu werden; wie z. B. die nicht so gar seltenen erzführenden Porphyr- und Granitgänge, die Augit-Granatfels-Gänge von Arendal in Norwegen, welche nach Kjerulf und Dahll die Träger des dortigen Magneteisenerzes sind, oder die erzführenden Pyroxengänge von Campiglia und die kupfererzreichen Serpentingänge von Monte Catini, über welche Gerhard vom Rath so vortreffliche Schilderungen mitgetheilt hat, und auf die wir noch im letzten Capital zu sprechen kommen werden.

Allein auch sedimentäre Erzgänge *) lassen zuweilen als ein recht vorwaltendes Material gewisse Gesteine erkennen, welche ausserdem nur als Glieder bestimmter sedimentärer oder doch geschichteter Gebirgsformationen bekannt sind. Freilich würden dergleichen Gesteine nur dann als wesentliche Glieder der betreffenden Gänge betrachtet werden können, wenn ihre Parallelstructur und Schichtung den Salbändern derselben parallel befunden wird. Ihr Vorkommen ist nicht so gar häufig, gewinnt aber deshalb ein grosses Interesse, weil sie uns auf den muthmaasslichen Zusammenhang verweisen, der zwischen gewissen Gangbildungen und einigen Gebirgsformationen Statt findet.

Als dergleichen Gesteine sind z. B. Gneiss, Talkschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer und Thonschiefer aufgeführt worden; auch der Letten oder verunreinigte Thon lässt sich dazu rechnen.

---

*) Wir nehmen hier das Wort sedimentär in einem ganz anderen und weiteren Sinne, als A. v. Weissenbach, indem wir auch alle diejenigen Gänge als sedimentäre betrachten, denen ihr meist krystallinisches Material im Zustande wässeriger Solution zugeführt worden ist, mag diess nun durch Quellen, oder durch Exsudation aus dem Nebengestein geschehen sein.

G n e i s s. Die Goldlagerstätten von Gastein und Rauris in den Salzburger Alpen sind bisweilen als goldführende G n e i s s g ä n g e betrachtet worden*), worüber sich jedoch schon R i e p l, P e t z h o l d t und v. R e i s s a c h e r in einem ganz anderen Sinne erklärt haben. Die neueste Widerlegung gab B. v. C o t t a in seinen geologischen Briefen aus den Alpen, S. 144 ff., wo er zwar bemerkt, dass es Gneissgänge gebe, aber mit vollem Rechte hinzufügt, dass d i e s e n Gängen die sogenannten Gneissgänge der Salzburger Alpen in k e i n e r Hinsicht vergleichbar sind, bei welchen man es vielmehr ganz entschieden nur mit mechanischen Verschiebungen und theilweisen Zertrümmerungen grosser Gebirgsmassen zu thun hat, deren Verschiebungs-Ebenen nur durch Rutschflächen und ziemlich parallel neben einander liegende Gneisskeile charakterisirt sind. Quarz, Gold sowie die übrigen Gangarten und Erze sind offenbar erst später in den Zwischenräumen abgesetzt worden.

Damit stimmen auch die Mittheilungen R e i s s a c h e r's und R i e p l's sehr wohl, aus denen sich ergiebt, dass die angeblichen Gneissgänge im Gneisse nichts Anderes sind, als von fast parallelen Lettenklüften und Bestegen (den sogenannten Blättern) durchsetzte Streifen des dortigen Gneissgebirges, in welchen der Gneiss nur die Rolle von colossalen, keil- und linsenförmigen Nebengesteinsfragmenten spielt, der Quarz aber die bei weitem vorwaltende Gangart und den eigentlichen Träger der Erze bildet, von denen besonders Gold, Antimonglanz, Kupferkies, Eisenkies, Arsenkies und Bleiglanz zu nennen sind; der Quarz wie die Erze imprägniren häufig das Nebengestein. Riepl sagt zwar, es sei schwer zu entscheiden, ob diese Lagerstätten Gänge oder Lager sind, setzt aber doch hinzu: *néanmoins ils c r o i s e n t la direction des couches composans ces montagnes***), was für die Entscheidung hinreicht.

T a l k s c h i e f e r. In Californien soll der oben (S. 528) erwähnte Haupt- oder Muttergang von Talkschiefergängen begleitet werden, welche 2 bis 20 Fuss mächtig und reich an Gold sind, auch zum Theil weit verfolgt werden können; ähnliche Gänge scheinen auch anderwärts, ausserhalb des Bereichs des Mutterganges, vorzukommen; deutliche Salbänder zeigen sie nicht. Uebrigens dürfte es noch zweifelhaft sein, ob sie auch w i r k l i c h e G ä n g e sind, weil das Wort *vein* von den nordamerikanischen Bergleuten gar häufig für L a g e r gebraucht wird, und weil das Vorkommen des Goldes möglicherweise auch auf diesen Talkschiefer-Lagerstätten an Quarzgänge gebunden ist, was noch einer näheren Untersuchung vorbehalten bleibt***).

K i e s e l s c h i e f e r und A l a u n s c h i e f e r. Sehr interessant und merkwürdig ist das Vorkommen d i e s e r beiden Gesteine als wirklicher G a n g g e s t e i n e auf mehren Erzgängen in der Gegend von Naila und Lichtenberg nördlich vom Fichtelgebirge †).

---

*) So von R u s s e g g e r, in Baumgarten's Zeitschrift, B. II, 1833, S. 61 ff.

**) R i e p l, im *Bull. de la soc. géol. de la France*, *t.* III, *p.* 142, und *t.* VII, *p.* 18 ff. R e i s s a c h e r, in den von Haidinger herausgegebenen Abhandlungen, B. II, 1848, 2, S. 17 ff.

***) B u r k a r t, im Neuen Jahrb. für Min. 1870, S. 45.

†) Wir halten uns hier an die sehr eingehenden Beobachtungen F r e i e s l e b e n's, welche er in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde, B. IV, S. 48 ff. mitgetheilt hat, trotz dem, dass solche von G o l d f u s s und B i s c h o f in ihrer Beschreibung des Fichtel-

Das dortige Gebirge besteht wesentlich aus Thonschiefer, Grauwackenschiefer mit Einlagerungen von Kieselschiefer und Alaunschiefer, und aus verschiedenen Grünsteinen. In ihm setzt unter anderen auch der, von Naila bis über Steben (südwestlich von Lichtenberg)* auf 9000 Lachter weit bekannte Mordlauer-Flache Erzgang auf. Derselbe besteht aus Brauneisenerz, Alaunschiefer und Kieselschiefer, dergleichen auch auf anderen Gängen vorkommen. Aber »äusserst sonderbar ist es, dass man diese merkwürdige Gangausfüllung bisher blos da gefunden hat, wo in dem Gebirge Lager von Kieselschiefer und lydischem Stein aufsetzen«. Und dennoch ist es »wahre Gangmasse« und nicht blos Abfall des Nebengesteins, wie er sich allerdings auch auf einigen Gängen bei Steben findet.

Allein der Mordlauer-Flache und der Zufällig-Glück-Stehende bei Steben, sowie der Gnade-Gottes-Gang bei Kemlas, östlich von Lichtenberg, führen den Kieselschiefer und Alaunschiefer »ununterbrochen in grossen Distanzen, und sind mit demselben ganz regelmässig, meist von einem Salbande bis zum anderen ausgefüllt«. Ueberdiess unterscheidet sich der Kieselschiefer der Gänge von jenem der Lager durch folgende Eigenschaften:

a. Er ist weit reicher an Kohlenstoff, tief schwarz und stark abfärbend;
b. Er ist weit dünner geschichtet, meist nur einen halben Zoll stark;
c. Er ist weit reicher an ausgezeichneten Ablosungen, welche zugleich glänzend, sehr stark abfärbend, ja fast schmierig sind, als wären sie mit einem feuchten Gemeng von Graphit und schwarzer Kreide überzogen; und endlich
d. Seine fast dünnschieferigen Lagen liegen den Salbändern des Ganges stets parallel, und da, wo der Gang bauchig ist, sind sie »krumm gebogen, theils kreisförmig, theils schlangenförmig, theils sogar concentrisch«.

Diess Letztere (nämlich die concentrische Krümmung der Lagen) war z. B. auf dem Mordläuer Gange im oberen Stollen der Fundgrube Hilfe-Gottes, 32 Lachter südöstlich vom Markscheiderschachte, zu beobachten, wo der Kieselschiefer in dem 5 Lachter mächtigen Gange an $2^1/_2$ Lachter mächtig war. Unter dem Mittelstollen war der Gang bei nur $^5/_4$ Lachter Mächtigkeit ganz von Kieselschiefer erfüllt, und dieser sehr regelmässig geschichtet; bei dem Mittelgesenke wechselten Kieselschiefer und Brauneisenerz lagenweise mit einander ab.

Ganz besonders überzeugend für das gangförmige Vorkommen des Kieselschiefers sind solche Puncte, wo der Gang ein Kieselschieferlager durchsetzt. Diess beobachtete Freiesleben bei dem Mordlauer-Flachen auf einem Querschlage des oberen Communstollens, 26 Lachter unter Tage, und 23 Lachter vom Markscheiderschachte. Dort streicht der Gang *hor.* 10, 4 und fällt $50^0$ in Südwest.

---

gebirges, Theil II, S. 216, Anm. als grundlose Angaben bezeichnet wurden. Wer es weiss, mit welcher Gewissenhaftigkeit der selige Freiesleben zu beobachten pflegte, der wird diesem sehr oberflächlich hingeworfenen Zweifel ohne weitere Begründung nicht beistimmen können. Durch seinen Freund Al. v. Humboldt darauf vorbereitet stellte Freiesleben seine Beobachtungen in Begleitung des Geschwornen Sporl an, und es liegt kein Grund vor, ihre Richtigkeit zu bezweifeln.

und genau so liegen seine Kieselschieferlagen, während der angränzende Lagerkieselschiefer das Streichen *hor.* 5,4 mit 85° nördlichem Fallen zeigt.

Der Zufällig-Glück-Stehende führt, ebenso wie der Mordlauer-Flache, Brauneisenerz und Kieselschiefer, und durchsetzt auf dem Mordlauer Communstollen ein 20 Lachter mächtiges Lager von Kieselschiefer und Alaunschiefer.

Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt der Gnade-Gottes-Gang bei Kemlas an der Saale; derselbe führt ausser Eisenerzen sehr dünn- und krummschieferigen Alaunschiefer mit glänzenden, stark abfärbenden Ablosungen, und durchschneidet den lagerhaften Alaunschiefer seines Nebengesteins, wie auf der Grube Gabe-Gottes im oberen Kiesschachter Förstenbaue sehr deutlich zu beobachten war, wo der *hor.* 11 streichende und 50° in West einfallende Gang bei 5/4 Lachter Mächtigkeit aus Alaunschiefer besteht, welcher seinen Salbändern parallel geschichtet ist, wogegen die Schichten des von ihm durchsetzten Alaunschieferlagers *hor.* 5,4 streichen, und 30° in Nord fallen.

An diese bereits im Jahre 1800 veröffentlichten Beobachtungen Freiesleben's schliessen sich einige Bemerkungen von L. Schmidt an, welche beweisen, dass auch diesem gründlichen Forscher in seinem Beobachtungsgebiete ähnliche Erscheinungen vorgekommen sind. So sagte er z. B. in seinen Beiträgen zu der Lehre von den Gängen (1827, S. 23): zu den beachtungswerthesten Vorkommnissen auf den Gängen gehören unstreitig die oft mit anderen Ausfüllungsfossilien*) wechselnden und stets mit den Salbändern parallelen Streifen von Thon-, Alaun- und Kieselschiefer; hereingebrochene Schalen des Nebengesteins können sie nicht sein, weil sie oft eine kaum merkbare Dicke haben, dabei aber nach Streichen und Fallen mitunter durch ganze Gangräume aushalten. Ihre Mächtigkeit nimmt bald ab, bald zu: oft keilen sie sich auch gänzlich aus: die Kieselschieferstreifen finden sich im Siegen'schen Bergamtsbereiche auf Gängen, von welchen die nächsten Kieselschieferlager meilenweit entfernt sind.

Der Kieselschiefer ist ein kryptokrystallinisches Quarzgestein, welches sich gewissermaassen als ein paläozoischer Vorläufer der späteren Chalcedon- und Achatbildungen, des Flintes und des Kieselsinters betrachten lässt: daher kann sein Auftreten als Ganggestein einestheils und als Lagergestein anderntheils nicht befremden. Keilhau beobachtete bei Brevig Kieselschiefergänge, und beschrieb einen andern dergleichen Gang ausführlich in der Gäa norvegica, S. 71.

Thonschiefer. Am Oberharze bei Clausthal, Zellerfeld und Lautenthal bestehen die dortigen zusammengesetzten Erzgänge grossentheils aus kleineren und grösseren, zum Theil colossalen Fragmenten der Nebengesteine, also aus Grauwacke, Grauwackenschiefer und Thonschiefer. Besonders vorwaltend aber ist oftmals ein eigenthümlicher, vom Nebengesteine verschiedener Thonschiefer, welchen die dortigen Bergleute Gangthonschiefer nennen und A. v. Groddeck folgendermaassen beschreibt**). Gewöhnlich ist es ein milder, fettig anzufühlender, bituminöser, glänzend schwarzer (selten anders gefärbter) Thonschiefer, der äusserst fein und verworren geschiefert, im Ganzen aber den Salbändern der Gänge parallel geschichtet ist, und zahllose glänzende Quetschflächen ent-

*) Bekanntlich nannte man noch in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts die Mineralien, nach dem Vorgange Werner's, Fossilien.

**) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 18, 1866, S. 728.

hält, durch welche er sehr oft in krummflächige linsenförmige Massen abgesondert wird, welche beim Zerschlagen in ähnlich gestaltete kleinere Körper zerfallen. Nach B. v. Cotta geht dieser typische Gangthonschiefer stellenweise über in dunkelgrauen Thonschiefer, der mit dünnen Lagen von sandiger Beschaffenheit, ja selbst mit deutlicher Grauwacke wechselt; und Gericke bemerkt, dass er sehr häufig feste Kerne von wenig verändertem Nebengesteine umschliesst.

Nach einer von Kayser ausgeführten und von A. Römer mitgetheilten Analyse solchen Gangthonschiefers von der Grube Neue-Margarethe enthält derselbe etwas Kohle und Kohlensäure*), welche letztere jedenfalls von innig beigemengten Carbonaten herrührt. Interessanter sind die Analysen des Gangthonschiefers vom Silbernaaler Gange, welche Kjerulf, und seines unmittelbaren Nebengesteines, welche G. Bischof ausführte, weil sie eine solche Uebereinstimmung ergaben, dass ein gleicher Ursprung beider nicht zu bezweifeln ist; beide enthielten haarfeine Imprägnationen von Siderit**). Diess spricht schon für die von A. Römer, B. v. Cotta und Gericke vertretene Ansicht, dass der Harzer Gangthonschiefer nichts Anderes sei, als ein verändertes und aus seiner ursprünglichen Lage verschobenes Nebengestein***). Dagegen war v. Groddeck der Meinung, dass man ihn doch als eine besondere Gesteinsbildung in den Gangspalten anzusehen habe; (a. a. O. S. 733).

Bischof fragt, wie man sich die Ausfüllung einer solchen Gangspalte mit Thonschiefer denken solle, und hält es für das Wahrscheinlichste, dass es Tagewasser waren, welche beladen mit Thonschieferschlamm in die anfangs sehr enge, aber allmälig erweiterte Spalte einströmten, und dort das Sediment absetzten. A. v. Groddeck nimmt gleichsam einen Thonschieferschlamm an, welcher jedoch innerhalb der Spalte dadurch entstand, dass während einer ganz allmäligen aber sehr bedeutenden Senkung des hangenden Gebirgsstückes das Gestein der Spaltenwände zermalmt und zu feinem Pulver zerrieben, dieses aber durch einsickernde Tagewasser in einen schlammartigen Zustand versetzt wurde; der so gebildete und in die feinsten Fugen eingepresste Schlamm erhärtete unter dem Drucke der langsam bewegten Gebirgsmassen im Laufe der Zeit zu dem verworren schieferigen Gangthonschiefer; (a. a. O. S. 732).

Diese Erklärung ist jedenfalls weit befriedigender, als jene von Bischof; auch stimmt sie recht wohl mit den Ansichten v. Cotta's und Gericke's, sobald man eine Mitwirkung der Gebirgsfeuchtigkeit oder des zusickernden Wassers zulässt, welche freilich der Letztere ausdrücklich verneint. Denn v. Cotta erklärte schon im Jahre 1864 den Gangthonschiefer der oberharzer Gänge für einen Theil des Nebengesteins, welcher zwischen parallelen Zer-

*) Neues Jahrbuch für Min. 1850, S. 682.

**) G. Bischof, Lehrb. der chem. Geologie, 2. Aufl. B. III, S. 99.

***) Nach v. Groddeck ist Römer dieser Ansicht immer gewesen, obgleich er niemals etwas darüber veröffentlicht hat; doch blickt sie durch in der brieflich gegen Bronn gethanen Aeusserung, dass die Salbänder den Clausthaler Gängen fast ganz fehlen und die Gangmasse so allmälig in das Nebengestein übergeht, dass die Gränze nicht scharf zu ziehen ist. Neues Jahrb. für Min. 1844, S. 57.

spaltungen verschoben, zerquetscht, imprägnirt und sonst noch verändert wurde*). Noch mehr schliesst sich Gericke an v. Groddeck an, wenn er sagt, der schwarze Gangthonschiefer sei entstanden bei den grossartigen, die Gangbildung einleitenden Verwerfungen der Gebirgsschichten; er sei ein durch Druck und Reibung gepresster, geknickter, polirter, kurz ein mechanisch veränderter Thonschiefer aus dem Nebengesteine. Da die Reibung eine theilweise Pulverisirung verursachen musste, so fehlt nur noch die (unbegreiflicher Weise) ausgeschlossene Mitwirkung des Wassers, um eine fast vollständige Uebereinstimmung mit v. Groddeck herzustellen.

Nehmen wir für die Verschiebungen und Quetschungen die durch v. Groddeck nachgewiesenen grossartigen, aber langsam erfolgenden Senkungen des hangenden (oder Hebungen des liegenden) Gebirgstückes in Anspruch, so scheint sich sowohl die theilweise Zermalmung des Nebengesteins, als auch die den Spaltenwänden parallele Schieferung des Gangthonschiefers auf eine genügende Weise zu erklären, was durch die blose Einschwemmung von Thonschieferschlamm nicht erreicht wird.

Der Name »Gangthonschiefer« scheint nach v. Cotta erst in neuerer Zeit von den Harzer Bergleuten gebraucht worden zu sein, denn weder Lasius noch Freiesleben, weder Hausmann noch Credner kennen denselben. Doch hob schon Ostmann das öftere Ueberhandnehmen des Thonschiefers in den dortigen Gängen hervor; er spricht von Thonschiefer- und Grauwackenpartieen, welche mild sind, und zum Theil eine den Ganglagen parallele Lage haben, während das wahre Nebengestein aus festen, mit Grauwackenbänken wechselnden, *hor.* 3 bis 5 streichenden Thonschieferschichten besteht**). Eine der ersten Hindeutungen darauf, dass der Harzer Gangthonschiefer als ein besonderes Ganggestein gelten müsse, gab wohl L. Schmidt. Bei der Beschreibung des Bockswieser Ganges bemerkte er nämlich, dass derselbe im Hangenden und Liegenden einen weicheren, vom Nebengesteine verschiedenen Thonschiefer enthält; da nun dessen Absonderungsklüfte dem Gange parallel liegen, während das Nebengestein eine ganz andere Lage hat, so müsse er als Gangart betrachtet werden. Karsten's Archiv, B. VI, 1823, S. 34 und 35.

Aehnliche schwarze Thonschiefer kommen nach Gericke auf den Verwerfungsklüften des westphälischen Steinkohlengebirges, und nach v. Groddeck auf der grossen Lettenkluft vor, welche die Erzgänge von Przibram abschneidet. Auch in einigen anderen Gangrevieren wird Thonschiefer als Ganggestein aufgeführt. Nach Paulus ist er auf den Morgengängen bei Joachimsthal nicht selten; ja er bildet bisweilen den ganzen Gang, und liegt dann plattenförmig, den Salbändern parallel. Orographie des Joachimsthaler Bergamtsdistrictes, 1820, S. 162. Die Angabe L. Schmidt's, dass die bei Kupferberg in Schlesien im Hornblendschiefer aufsetzenden Erzgänge grösstentheils mit Thonschiefer ausgefüllt sein sollen, dessen Schieferung ihm mit dem Gange parallel angegeben wurde, bedarf wohl einer Bestätigung. Nach Websky bestehen die dortigen Gänge allerdings

---

*) In seiner schönen Abhandlung in der berg- und hüttenmännischen Zeitung, vom 9. December 1864. Gericke's Abhandlung ist mir nur nach den Auszügen bekannt worden, welche v. Groddeck in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 21, S. 499 ff. mitgetheilt hat.

**) Norddeutsche Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde, Stück 4, 1810, S. 4 f.

sehr vorwaltend aus Nebengestein, und fehlt ihnen die scharfe Gränze zwischen Nebengestein und Gangmasse *).

Letten, d. h. ein mehr oder weniger sandiger, oft auch durch Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder andere Metalloxyde, durch kohlige Theile gefärbter, oder sonst verunreinigter Thon ist eine auf den Erzgängen sehr gewöhnliche Erscheinung. Oftmals bildet er ein sogenanntes Besteg, d. h. eine fortlaufende Einfassung an einem, oder auch an beiden Salbändern des Ganges; bisweilen tritt er aber auch als vorwaltendes, ja sogar fast als alleiniges Gangmaterial auf. Er erscheint gewöhnlich grau oder weiss, seltener roth, gelb, braun oder schwarz, hat bisweilen eine unvollkommen schiefrige Structur und eine schieferthonähnliche Beschaffenheit, und befindet sich oft in einem sehr comprimirten Zustande; in welchem Falle er von Rutschflächen und Quetschklüften durchzogen wird, welche sich mehrfach hinter einander wiederholen, und den Letten in unregelmässige, flach linsenförmige oder windflügelig gebogene Schalen und Wülste absondern.

Die Bestege sind nach Charpentier nichts Anderes, als ein mehr oder weniger verändertes und zersetztes Nebengestein; auch L. Schmidt beschrieb sie als bald schmälere, bald breitere, doch nur selten ein oder mehre Fuss breite Streifen von zerriebenem und aufgelöstem Nebengestein. A. v. Weissenbach beschäftigte sich mit ihnen und verwandten Dingen unter dem Titel Contritionsgänge, und führte ihre Bildung gleichfalls auf Verwitterung, Zerreibung und auf eine mehr oder weniger tief eingreifende Zersetzung des Nebengesteins zurück. In Cornwall werden sie als *flucan veins* aufgeführt, und in Frankreich nennt man sie *lisières*. Die Bergleute benutzen sie bei der Gewinnung der Gänge, indem sie in dem weichen Gesteine der Bestege die sogenannte Schrämarbeit ausführen, weshalb sie dasselbe wohl auch Ausschram nennen. Wenn sie sich in einem Zustande starker Compression befinden, so schwellen sie, nachdem sie angehauen und dadurch frei gelegt worden, bei Zutritt von Luft und Feuchtigkeit oft bedeutend auf, was bisweilen mit erstaunlicher Kraft geschieht **). Uebrigens enthalten sie nicht selten derb oder eingesprengt manche Mineralien und Erze, weil ja die gangbildenden Gewässer auch in ihnen Eingang finden konnten.

Selbständige Lettengänge spielen in manchen Erzgangrevieren eine nicht unwichtige Rolle; sie bilden nicht selten die jüngste unter allen daselbst vorkommenden Gangformationen, und durchsetzen und verwerfen daher alle übrigen Gänge desselben Reviers. So werden z. B. die am Rathhausberge bei Gastein im Gneisse aufsetzenden Erzgänge von einer bis 7 Fuss mächtigen und über 1000 Lachter weit bekannten Lettenkluft durchschnitten. Die Zinnerzgänge

*) Schmidt, in Karsten's Archiv, B. IV, S. 38; Websky, in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. V, S. 396.

**) Diess ist z. B. nach Fournet der Fall bei Pontgibaud, wo die Bergleute davon profitiren, indem sie den Gang auf der einen Seite weit hinein verschrämen, worauf er von selbst hereinkommt. Sind die Bestege mächtig, so zerdrücken sie die stärkste Zimmerung, und die Streckenulmen treten dicht an einander. *Traité de géognosie par Burat. t. III. p. 540.*

bei Pobershau werden von vielen 3 bis 6 Zoll mächtigen Gängen durchsetzt, welche wesentlich aus Letten, etwas zersetztem Gneiss und wenig Quarz bestehen; ganz ähnliche Gänge durchschneiden die Erzgänge der Annaberger Gegend.

Bei Joachimsthal kennt man, ausser den erzführenden Mitternacht- und Morgengängen, zwei bedeutende Lettengänge oder Fäulen, die rothe und die gelbe Lettenkluft; die erstere besteht aus einem sehr eisenschüssigen Gemenge von rothem Letten mit Glimmer, streicht *hor.* 3 senkrecht, hat eine bedeutende Mächtigkeit und stellenweise ein schmales Salband von rothbraunem Hornstein; die gelbe Lettenkluft besteht aus einem gelblich-grauen lehmähnlichen Letten, streicht *hor.* 9 und ist 7 Klafter mächtig. Nach Maier ist auch auf den dortigen Erzgängen, und zwar besonders auf den Morgengängen, Letten ein sehr gewöhnlicher und oft ganz vorwaltender Bestandtheil; er zeigt ein etwas blätteriges Gefüge, wie zerquetschter Schiefer und ist vielleicht ein Product der Senkung und Reibung*).

Hierher gehören auch die sogenannten Ruscheln mancher Erzgang-Reviere. Im Siegener und Sainer Reviere versteht man darunter nach L. Schmidt Gänge, welche mit blaulich-grauem oder gelblichem Letten erfüllt sind, den Gebirgsschichten fast parallel liegen oder solche doch unter sehr spitzen Winkeln schneiden, übrigens alle anderen Gänge durchsetzen und verwerfen. Bei Andreasberg am Harze sind die Ruscheln ebenfalls taube Gänge, welche bei einer Mächtigkeit von mehren Lachtern wesentlich aus Fragmenten von mürbem, stark zersetztem Thonschiefer bestehen, aber stets durch breite Bestege eines fetten grauen Thones vom Nebengesteine getrennt werden.

Man kennt dort vier solcher Ruscheln, von denen die eine, die Edelleuter Ruschel, geradlinig fast in nordwestlicher Richtung, bei 70° südwestlichem Fallen, aus dem Oderthale dicht südlich an Andreasberg vorbei nach dem Sieberthale über eine Meile weit fortläuft; die zweite, die Neufanger Ruschel, in einem grossen flachen Bogen mit etwas flacherem südlichen Fallen an der Nordseite der ersteren verläuft, mit welcher sie an ihren Endpuncten zusammenhängt; beide umschliessen das eigentliche Gebiet der dortigen Silbererzgänge, sowie die zwei anderen Ruscheln. Credner, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 17, S. 182 ff.

## §. 534. *Material der Erzgänge; Gangarten und Erze.*

Wenn wir nach S. 524 unter Erzgängen diejenigen Gänge zu verstehen haben, welche wenigstens stellenweise Erze in einer den Abbau lohnenden Menge enthalten, so ist damit schon ausgesprochen, dass sie keineswegs immer aus lauter Erzen bestehen, was in der That nur selten der Fall ist. Gewöhnlich sind mit den Erzen manche andere Mineralien, und zwar meist in so vorwaltender Menge vergesellschaftet, dass die Erze selbst gar häufig nur den kleineren Antheil von der Gesammtmasse des Erzganges ausmachen. Diese Mineralien,

---

*) Paulus, Orographie des Joachimsthaler Bergamtsdistrictes, 1820, S. 221 f.; und Maier, Geognostische Untersuchungen u. s. w. der Gänge zu Joachimsthal, 1830, S. 5 f.

welche die Erze gleichsam als Träger derselben begleiten, nennt der teutsche Bergmann Gangarten; und man hat daher bei der Beschreibung eines jeden Erzganges die Gangarten und die Erze zu unterscheiden.

Die Gangarten und die Erze, sowie die Ganggesteine (wo dergleichen vorhanden sind), bilden die wesentlichen und charakteristischen Bestandtheile der Erzgänge; sie sind diejenigen grossentheils krystallinischen Mineralspecies und Gesteine, welche die Spalten als die eigentlichen Bildungsräume der Gänge erfüllt, auch wohl von diesen aus zum Theil das Nebengestein imprägnirt haben. Dagegen lassen sich die Fragmente des Nebengesteins, mögen sie nun kleiner und vereinzelt, oder in dichtem Gedränge und in colossalen Dimensionen auftreten, doch nur als fremdartige Elemente betrachten, welche gleichsam das Gerüste des Ganges bilden, dessen Theile sich zwischen ihnen hinwinden.

### 1. Wichtigste Gangarten.

Diejenigen Mineralien, welche am häufigsten als Gangarten auf den Erzgängen vorzukommen pflegen, sind folgende:

- Quarz, fast in allen Varietäten, besonders als gemeiner Quarz und Eisenkiesel, als Bergkrystall und Amethyst, als Hornstein, Jaspis und Chalcedon;
- Opal, besonders als gemeiner Opal, Halbopal und Jaspopal;
- Calcit, als Kalkspath in den verschiedensten Varietäten;
- Dolomit, als Braunspath und als Rautenspath;
- Manganspath, krystallisirt, sowie in körnigen bis dichten Varietäten;
- Eisenspath, wo derselbe nur in kleineren Quantitäten mit einbricht, da gilt er als Gangart, während er als Erz zu betrachten ist, wenn er selbständig in mächtigen Gängen auftritt;
- Aragonit, Strontianit, Witherit, Barytocalcit und Alstonit sind seltener vorkommende Carbonate als die vorher genannten;
- Baryt, als gemeiner und als Kalkbaryt, nicht selten vorwaltend;
- Fluorit, oft in sehr schönen krystallisirten Varietäten;
- Apatit, besonders auf Zinnerzgängen;
- Gyps, als neuestes secundäres Gebilde, nicht selten.

Unter den vorgenannten Mineralien spielt vorzüglich der Quarz eine wichtige Rolle, welcher auf manchen Gängen die fast alleinige Gangart bildet, und dann als eigentliches Ganggestein auftritt; wie diess z. B. auf sehr vielen goldführenden Quarzgängen der Fall ist, die ausser dem Quarze fast nur noch Letten in der Form von einfassenden Bestegen, sowie vielleicht noch einzelne, den Salbändern parallel eingeschaltete dünne Schieferlagen erkennen lassen. In vielen anderen Fällen ist der Quarz wenigstens die vorherrschende Gangart, wie namentlich in den Rotheisenerzgängen. Endlich hat er fast in allen Gängen, welche in krystallinischen Silicatgesteinen, oder in Grauwacke und Thonschiefer aufsetzen, die Gangbildung insofern eröffnet, wiefern er an beiden Salbändern die erste in stetiger Ausdehnung entwickelte Lage bildet, welche höchst wahr-

scheinlich in vielen Fällen durch Ausscheidung der Kieselsäure aus dem Nebengesteine gebildet wurde.

Nach den von Henwood, B. v. Cotta und Tröger aufgestellten Successions-Tabellen der Gangarten hat fast auf allen Gängen in Cornwall, in Sachsen am Harze, in Böhmen bei Przibram, in Ungarn und Siebenbürgen die Bildung derselben mit Quarz begonnen; denn überall erscheint Quarz oder Hornstein als das erste und älteste Mineral. Tröger in den Gangstudien, B. II, 1852, S. 221 ff. B. v. Cotta, Lehre von den Erzlagerstätten, 2. Aufl. B. I, 1859, S. 72 ff. und B. II, 1861, S. 472 f.

Minder häufig, als die bisher genannten Mineralien, betheiligen sich Silicate an der Bildung der Erzgänge. Es ist diess zuvörderst der Fall bei allen denjenigen Gängen eruptiver Gesteine, welche zugleich hinreichend Erze führen, um als Erzgänge betrachtet werden zu können; also bei den erzführenden Granit-, Porphyr-, Grünstein-, Andesit-Gängen u. s. w., deren Ganggestein gänzlich oder doch grösstentheils von Silicaten gebildet wird. Aber auch auf unzweifelhaft sedimentären, d. h. durch hydrochemische Processe gebildeten Erzgängen sind krystallinische Silicate, und zwar sowohl wasserhaltige als wasserfreie Silicate nachgewiesen worden. Die wichtigsten derselben sind folgende:

Wasserhaltige Silicate.

Apophyllit, Desmin, Stilbit, Analcim, Chabasit, Laumontit, Harmotom, Datolith, Prehnit, Nakrit, Pyrophyllit, Talk, Steatit, Serpentin, Kaolin, Steinmark, Allophan.

Wasserfreie Silicate; sind seltener als die vorigen.

Verschiedene Feldspathe, Topas, Axinit, Turmalin, Glimmer, Rhodonit, Pistazit, Pyroxen und Amphibol, (Strahlsteine).

Zu den interessantesten Vorkommnissen, welche für die ganze Entwickelungsgeschichte der Erzgänge die höchste Bedeutung gewinnen, sind die auf ihnen so häufig vorkommenden Pseudomorphosen oder Krystalloide zu rechnen. Diese rückständigen Monumente ehemals vorhandener, aber jetzt gänzlich oder grossentheils verschwundener Mineralkörper gewähren uns einen tiefen Einblick in die verschiedenen Processe der Bildung und Umbildung, der Zerstörung und Vernichtung, welche innerhalb der Gangräume im Laufe der Zeiten successive Statt gefunden haben, und nicht nur eine sehr lange Dauer des Gangbildungs-Processes, sondern auch einen oft vielfachen Wechsel der dabei wirkenden Ursachen, und eine bisweilen durchgreifende Allgemeinheit ihrer Wirksamkeit beweisen. Denn oftmals ist in dem ganzen Gangraume von den ursprünglich vorhanden gewesenen Mineralien keine Spur mehr zu entdecken, während doch die pseudomorphen Krystallformen der nachgebildeten Mineralien für die frühere Existenz derselben ein unwiderlegliches Zeugniss ablegen. Es sind bisweilen ganze Generationen von Mineralien verschwunden, und andere an ihre Stelle getreten, welche jedoch die Formen der verdrängten Körper *in sempiternam memoriam* zur Schau tragen.

Haidinger bezeichnete die Erzgänge als den wahren Schauplatz der Pseudomorphosen, welche für die Theorie der Bildung unseres Planeten von unendlicher

Wichtigkeit seien; denn gleichwie uns in den Formen der organischen Wesen der verschiedenen geologischen Perioden ein Fortschreiten, so trete uns in den Pseudomorphosen ein Kreislauf der Verhältnisse entgegen. Poggend. Annalen, B. 62, 1844, S. 322 f.

Breithaupt erklärte, bei seinen vieljährigen Studien der Gänge sei ihm nichts so staunenswerth gewesen, als die Veränderungen, welche die Gangmassen erfahren haben. Nach der kleinen Anzahl von zum Theil seltenen Pseudomorphosen, die in den Sammlungen liegen, dürfe man nicht etwa auf unbedeutende Vorgänge im Innern der Erde schliessen; es seien mitunter ganze Generationen von Gangarten verschwunden. Gangformationen von Schwerspath, Flussspath und Kalkspath wurden völlig vernichtet, ihre chemischen Bestandtheile sind nicht mehr aufzufinden, und ihre ehemalige Existenz wird nur noch durch die sogenannten Afterkrystalle nachgewiesen. Die Paragenesis der Mineralien, 1849, S. 128.

Mit Recht zählte Grimm das häufige Vorkommen von Metamorphosen und Pseudomorphosen zu den charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Gänge, welche zu den Hauptsitzen oder Werkstätten gehören, wo die verschiedenartigsten Zersetzungen, Verdrängungen, Umwandlungen und Neubildungen vor sich gegangen sind und noch immer vor sich gehen. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, 1869, S. 117.

Da der Quarz dasjenige Mineral ist, welches besonders häufig ganze Generationen anderer Mineralien aus den Erzgängen (wie auch aus anderen Gängen) verdrängt, und nur noch deren Krystallformen rückständig gelassen hat, so mögen ein paar auffallende Beispiele solcher Metasomatosen*) angeführt werden; wobei wir es jedoch nicht unerwähnt lassen dürfen, dass auch bisweilen Rotheisenerz, Brauneisenerz oder Psilomelan die Rolle des Quarzes übernommen haben.

Breithaupt berichtete schon in seiner Schrift über die Aechtheit der Krystalle, (1815, S. 41) dass auf den Rotheisenerzgängen von Eibenstock und Schwarzenberg noch niemals eine Spur von Flussspath oder Kalkspath aufgefunden worden ist, während doch die von Quarz nach beiden diesen Mineralien gebildeten Pseudomorphosen, nämlich die Hexaëder des Fluorites und die Skalenoëder des Calcites, auf denselben Gängen zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehören; beide Mineralien sind also gänzlich verschwunden, während ihre Formen in dem pseudomorphen Quarze erhalten blieben. Dieselben Gänge wurden später von Oppe ausführlich beschrieben, und die auf ihnen vorkommenden Pseudomorphosen übersichtlich zusammengestellt, wobei sich denn ergab, dass in neuerer Zeit Kalkspath nur ein paar Mal als grosse Seltenheit vorgekommen ist, auch nach Freiesleben ehemals Flussspath, Baryt und Braunspath zwar hier und da bemerkt worden sind; dass dagegen die von Quarz gebildeteten Pseudomorphosen nach Kalkspath (und Braunspath) gegenwärtig sehr häufig und in grosser Mannigfaltigkeit der Formen, nächst ihnen aber Nachbildungen nach Baryt, Fluorit und Anhydrit gar nicht selten vorkommen.

Es sind theils wirkliche Pseudomorphosen, theils blose Krystalleindrücke, welche meist durch Quarz, Hornstein, Eisenkiesel oder Jaspis, bisweilen durch Rotheisenerz,

*) Denn in der That kann man hier nicht von Metamorphosen sprechen, weil ja die Form allein unverändert zurückgeblieben ist.



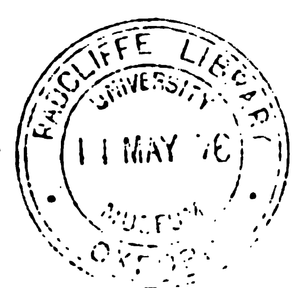
# LEHRBUCH

DER

# GEOGNOSIE

VON

Dr. CARL FRIEDRICH NAUMANN.




**Dritter Band.**

**Zweite Lieferung.**

(Bogen 13—22.)

**Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.**

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

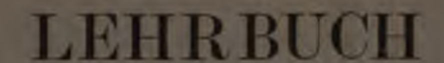
1868.

**Das Erscheinen dieser Lieferung ist dadurch verzögert worden, dass sich ganz unerwartet die Nothwendigkeit ei 7. Auflage der Elemente der Mineralogie herausstellte, welcher der Verfasser seine freie Zeit zunächst zu widme genöthigt war. — Die dritte (Schluss-) Lieferung mit vollständigem Register über das ganze Werk wird im Lau dieses Jahres erscheinen. — Preis für Band 1—3, 1. Lief. Thlr. 14. 17½ Ngr.**



---

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



# LEHRBUCH

DER

# GEOGNOSIE

VON

D[R]. CARL FRIEDRICH NAUMANN.




**Dritter Band.**

Dritte Lieferung.

(Bogen 23—36.)

**Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.**

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1872.

***Die vierte Lieferung des dritten Bandes — Schluss des Werkes — wird binnen Jahresfrist erscheinen.***





---

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.





